

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**PROYECTO FIN DE GRADO**  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN COMPLEJO  
HOSPITALARIO

**AUTOR:** Héctor Caro Hernández

**TUTOR:** Esteban Patricio Domínguez Gonzales-Seco

Leganés, 20 de Agosto 2012

### **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a mi familia por haberme dado la oportunidad de llegar hasta aquí y apoyarme cada año.

A mi novia por confiar siempre en mí y ayudarme en todo este camino.

A la propia universidad y profesorado por haberme enseñado algo nuevo cada día y poder haber conocido a tan buenos compañeros como Enrique, Faisal, Raúl, Carlos y David.

Por último a todo el departamento de ingeniería de NH por haberme dado la oportunidad de trabajar con ellos y hacerme fácil el cambio de la universidad al mundo laboral. En especial a Manuel Gamarra y Jorge Ancillo por seguir formándome y solucionar las dudas que me han surgido a lo largo de este proyecto.

## INDICE

1 Objetivo.....	Pag 7
2 Memoria descriptiva	
2.1 Introducción a la instalación.....	Pag 8
2.2 Previsión de cargas.....	Pag 9
2.3 Resumen previsión de carga.....	Pag 19
2.4 Tipos de cables.....	Pag 21
2.4.1 RZ1-0.6/1kV	
2.4.2 ES07Z1	
2.5 Calculo de líneas.....	Pag 23
2.6 Canalizaciones.....	Pag 28
2.6.1 Bandejas	
2.6.2 Tubos	
2.7 Protecciones.....	Pag 35
2.7.1 Interruptor automático	
2.7.2 Interruptor diferencial	
2.7.3 Interruptor diferencial superinmunizado	
2.7.4 Seccionador	
2.7.5 Interruptor de carga	
2.7.6 Fusible	
2.7.7 Ubicación de las protecciones	
2.8 Centro de Transformación.....	Pag 41
2.8.1 Celdas	
2.8.2 Transformadores	
2.8.3 Mantenimiento Centro de Transformación	
2.8.4 Gas hexafluoruro de Azufre	
2.8.5 Señalización y acceso	
2.8.6 Ventilación	

2.8.7 Sistema contra incendio	
2.8.8 Conexión a Tierra	
2.8.9 Funcionamiento en paralelo	
2.8.10 Iluminación	
2.9 Grupo electrógeno.....	Pag 58
2.9.1 Definición	
2.9.2 Partes de un grupo electrógeno	
2.9.3 Elección del grupo electrógeno	
2.9.4 Instalación en paralelo	
2.10 Paneles de aislamiento.....	Pag 65
2.11 Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs).....	Pag 69
2.11.1 Tipos de SAIs	
2.11.2 Dimensionamiento de las baterías	
2.12 Puesta a tierra.....	Pag 72
2.12.1 Partes que comprenden las puestas a tierra	
2.12.2 Regímenes de neutro	
3 Anexos	
3.1 Anexo pararrayos.....	Pag 77
3.2 Anexo iluminación.....	Pag 84
3.3 Anexo iluminación emergencia.....	Pag 89
4 Cálculos	
4.1 Calculo de líneas.....	Pag 93
4.2 Calculo de protecciones.....	Pag 99
4.3 Calculo de puesta a tierra del centro de transformación.....	Pag 102
4.4 Calculo de iluminación.....	Pag 108
5 Pliego de condiciones	
5.1 Generalidades.....	Pag 117
5.1.1 Ámbito de aplicación	

5.1.2. Alcance de los Trabajos	
5.1.3. Planificación y Coordinación	
5.1.4. Modificaciones al Proyecto y cambio de materiales	
5.1.5. Vibraciones y ruidos	
5.1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones	
5.1.7. Pruebas y verificaciones previas a la entrega de las instalaciones	
5.1.8. Normativa de Obligado cumplimiento	
5.1.9. Documentación y Legalizaciones	
5.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN.....	Pag 123
5.2.1. Generalidades	
5.2.2. Centros de Transformación	
5.2.3. Cables de transporte de energía eléctrica (1-52 kV)	
5.3 GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	Pag 135
5.3.1. Generalidades	
5.3.2. Componentes	
5.3.3. Normas de ejecución de las instalaciones	
5.3.4. Pruebas reglamentarias en la puesta en servicio	
5.4 EQUIPOS SUMINISTRO ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (S.A.I.)....	Pag 140
5.4.1. Generalidades	
5.4.2. Características generales	
5.4.3. Tipo de SAIs y características particulares	
5.4.4. Características de los locales destinados a alojar los SAIs	
5.5 CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	Pag 147
5.5.1. Generalidades	
5.5.2. Componentes	
5.5.3. Paneles de Aislamiento	
5.6 CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN.....	Pag 157
5.6.1. Generalidades	

5.6.2. Tipo de cables eléctricos y su instalación (ES07z1-450/750V-AS)	
5.7 CANALIZACIONES.....	Pag 161
5.7.1. Generalidades	
5.7.2. Materiales	
5.8 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....	Pag 169
5.8.1. Generalidades	
5.8.2. Línea General de Alimentación (LGA)	
5.8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)	
5.8.4. Líneas de derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)	
5.8.5. Cuadros de protección CGDs y CSs	
5.8.6. Instalaciones de Distribución	
5.8.7. Medidas especiales a adoptar para no interrumpir el suministro	
5.8.8. Iluminación de interiores	
5.9 REDES DE TIERRAS.....	Pag 181
5.9.1 Generalidades	
5.9.2 Redes de tierra independientes	
5.10 LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES.....	Pag 186
5.10.1 Generalidades	
5.10.2 Tipos de luminarias	
5.10.3 Componentes para luminarias	
5.11 PARARRAYOS.....	Pag 197
5.11.1. Generalidades	
5.11.2. Componentes	
6 Presupuesto.....	Pag 200
7 Conclusión.....	Pag 232
8 Índices de planos.....	Pag 233
9 Referencias de tablas e imágenes.....	Pag 234
10 Bibliografía.....	Pag 236

## **1 OBJETIVO.**

En primer lugar se realizara una previsión de cargas para saber cuál va a ser la potencia demandada y que tipos de elementos son los que consumen dicha potencia.

Una vez realizado este pasó, podremos definir y diseñar nuestro centro de transformación, así como sus protecciones y puesta a tierra para transformar la potencia que nos da la compañía eléctrica en media tensión, hasta las tomas finales del hospital.

Posteriormente se calcularan el tipo de conductores y su sección para alimentar dichas cargas de una manera fiable y cumpliendo los requisitos especificados en el reglamento.

Una vez tenemos las secciones podremos pasar a como canalizar esos cables a través de bandejas y tubos.

A continuación se deberá velar tanto por la seguridad de los equipos como las personas y se realizara la evaluación de la aparamenta eléctrica y de los sistemas de puesta a tierra, describiendo los tipos existentes y la selección de ellos.

Debido a la instalación en la que nos encontramos, se explicaran y se definirán los sistemas de alimentación ininterrumpida y paneles de aislamiento.

En el siguiente paso se diseñara el grupo electrógeno ya que por encontrarnos en un lugar de pública concurrencia, si se produce un fallo en el suministro general se deberá disponer de una alimentación auxiliar.

Por último, se explicaran los diferentes tipos de alumbrado y la instalación de pararrayos para evitar las sobretensiones atmosféricas.

Para apoyar algunos de estos puntos dispondremos de un apartado de anexos en la que se encontraran cálculos justificativos de nuestro proyecto.

## 2.1 INTRODUCCIÓN A LA INSTALACION

El proyecto que se realizara se ha dedicado a la instalación eléctrica del Hospital Universitario Son Dureta que se ubica en Palma de Mallorca (Islas Baleares).

En primer lugar quiero describir la manera de trabajar que seguiré en el proyecto. El hospital consta de 3 centros de transformación en donde yo hare el (CT-3) situado en el nivel -2, proporcionando suministro eléctrico a todos los cuadros y tomas de digito impar concretamente (3 y 9). Además de estos dos cuadros tenemos el helipuerto y el aparcamiento.

Las características de mi centro de transformación son las siguientes:

- Tensión primaria (15kV)
- Tensión secundaria (3x242/420V)
- Potencia a plena carga ( $3 \times 1600 = 4800$ kVA)
- Frecuencia nominal (50Hz)
- Tensión asignada de la aparamenta (24kV)
- Poder de corte en cortocircuito (20kA)
- Sistema de distribución en B.T para régimen de Neutro TN-S.

A su vez este centro de transformación dispone de un cuadro general de baja tensión (CGBTs), que en nuestro caso será el (CGBT-3). Este cuadro general de baja tensión estará alimentado por las tres acometidas que le llegan de cada uno de los transformadores y de dos acometidas de dos grupos electrógeno (GEs). La conmutación de los grupos con la red se hará mediante una conmutación automática a través de unos contactos enclavados ubicado en el cuadro de acoplamiento de grupos electrógenos. La unión de este cuadro con los transformadores o los grupos electrógenos se hará por la línea general de alimentación (LGA). Desde este cuadro de baja tensión se irá a los cuadros generales de de distribución (CGD) a través de las líneas generales de derivación (LDG) en las que en algunos de los cuadros tendrán dos acometidas. A continuación de estos (CGD) a los cuadros secundarios (CS) mediante las líneas de derivación individual (LDI) en donde se distribuirá el suministro a las diferentes plantas y servicios (iluminación, fuerza, servicios informáticos...)

Cabe destacar que desde los (CGBT) también se proporciona suministro mediante tomas eléctricas (TEs) de gran potencia. Como también desde los (CGDs) mediante tomas eléctricas (TEs) de pequeña potencia destinadas a usos específicos.



## 2.2 PREVISION DE CARGAS:

En primer lugar comenzaremos por los cuadros secundarios del aparcamiento que vienen del **(CGD-APA.1)** que se encuentran todos en el nivel-3.

	Pot. Instalada(kVA)	Iluminación(kVA)	Fuerza (kVA)	Reserva(KVA)
cuadro Cs-APA 1.1	41,13	14,55	16	10,58
cuadro Cs-APA 1.2	40,03	16,45	13	10,58
cuadro Cs-APA 1.3	25,63	10,05	5	10,58
cuadro Cs-APA 1.4	29,23	12,65	6	10,58
cuadro Cs-APA 1.5	35,88	17,30	8	10,58
cuadro Cs-APA 1.6	34,48	15,90	8	10,58
cuadro Cs-APA 1.7	37,18	18,60	8	10,58
cuadro Cs-APA 1.8	37,18	17,60	9	10,58
<b>CGD-APA.1</b>	<b>280,74</b>			

Tabla 1: Previsión de cargas CDG-APA1

En cuanto a la potencia dedicada para la fuerza se ha distribuido de la siguiente forma:

	Fuerza(kVA)	Ascensor(7kVA)/unid	Barreras(2kVA)/unid	otros (kVA)
cuadro Cs-APA 1.1	16	2unid(14kVA)		2kVA
cuadro Cs-APA 1.2	13	1unid(7kVA)	2unid(4kVA)	2KVA
cuadro Cs-APA 1.3	5		2unid(4kVA)	1kVA
cuadro Cs-APA 1.4	6		2unid(4kVA)	2kVA
cuadro Cs-APA 1.5	8	1unid(7kVA)		1kVA
cuadro Cs-APA 1.6	8	1unid(7kVA)		1kVA
cuadro Cs-APA 1.7	8	1unid(7kVA)		1kVA
cuadro Cs-APA 1.8	9	1unid(7kVA)		2kVA

Tabla 2: Distribución de fuerza de los CS-APA

A continuación veamos la potencia dedicada para el helipuerto **(CS-9.HELIPUERTO)**. Esta proviene del cuadro secundario 9 dedicado únicamente al helipuerto que se localiza en la planta -2 y viene del CGD-9.

	Pot. Instalada(kVA)
<b>CS-9.HELIPUERTO</b>	<b>10,00</b>

Tabla 3: Previsión de carga Helipuerto

Ahora tanto en los montantes 3 y 9 iremos planta por planta viendo que es lo que tenemos y que distribución de cargas existe en ellos.

### MONTANTE 3

Como hemos podido ver en los planos verticales adjuntos el CGD-3 está separado en dos acometidas, en las que cada una de ellas alimenta a una serie de cuadros secundarios siendo la suma de potencias la siguiente:

	Potencia total
CGD-3.A	817,35kVA
CGD-3.B	606,29KVA

Tabla 4: Previsión de carga del CGD-3

Ahora veamos la distribución del montante 3 por plantas.

En la **planta -2** tenemos:

El CGD-3.(-2).CAF que viene del (CGBT3) y los demás cuadros secundarios que vienen del CGD-3.

	Pot. Instalada(kVA)
CGD-3(-2)CAF	151,00

Tabla 5: Previsión de carga Cafetería planta -2

	Cuadro Cs-3(-2).1	Cuadro Cs-3(-2).2	Cuadro Cs-3(-2).3	Cuadro Cs-3(-2).4	Cuadro Cs-3(-2).5
Situación					
Pot inst.(kVA)	76,91	86,48	83,39	28,5	89,38
Cortafuegos(kVA)	1		1		
Iluminación(kVA)	23,05	19,5	19,45	7,2	55,1
Fuerza(kVA)	8	31,5	18	7,5	17
Informática(kVA)	3	18	4,5		9
SAI(kVA)		6,9			
Otros(kVA)			Ambulancia(22,5)		
Reserva	41,86	10,58	17,94	13,80	8,28

Tabla 6: Previsión de carga del cuadro general 3 nivel -2

Como podemos ver el cuadro secundario numero 2 tiene dedicados 6,9 kVA a la SAI (sistema de alimentación ininterrumpida). Una SAI es un sistema que alimenta una zona vital, esa SAI deja pasar la corriente cuando se encuentra todo funcionando normalmente, sin embargo, a su vez también se carga una batería. En caso de un corte de luz esta batería empieza a funcionar, hasta que entre en funcionamiento el grupo electrógeno de los centros de transformación. Cuando se indique Paneles Aislamientos (Alimentados por SAIS) se pueden especificar para camas, el resto, por zonas que se diferenciaron en alumbrado, fuerza...Todo esto se explicara con mayor detalle en apartados posteriores.

En la **planta -1** tenemos:

El CGD-3.(-1).EST dedicado a la (“esterilización”) y las tomas eléctricas de aires acondicionados TEE-AA3.(-1).47 y TEE-AA3.(-1).48 que vienen del (CGBT3) y dos cuadros secundarios provenientes del CGD-3.

	Pot. Instalada(kVA)
<b>CGD-3(-1)EST</b>	488,00

Tabla 7: Previsión de carga para esterilización nivel -1

	Pot. Instalada(kVA)
<b>TEE-AA3.(-1).47</b>	110,00
<b>TEE-AA3.(-1).48</b>	175,00

Tabla 8: Previsión de cargas de tomas eléctricas del CGBT

	Cuadro CS-3(-1).1	Cuadro CS-3(-1).2
Pot inst.(kVA)	36,38	51,14
Cortafuegos(kVA)	1	
Iluminación(kVA)	13,8	13,2
Fuerza(kVA)	5	17
Informática(kVA)	6	3
Reserva	10,58	17,94

Tabla 9: Previsión de carga del cuadro general 3 nivel -1

En la **Planta 0** tenemos:

Cuatro cuadros secundarios provenientes del CGD-3.

	Cuadro CS-3(0).1	Cuadro CS-3(0).2	Cuadro CS-3(0).3	Cuadro CS-3(0).4
Pot inst.(kVA)	66,16	90,61	61,89	54,39
Cortafuegos(kVA)	1			
Iluminación(kVA)	16,6	9,6	11,45	13,95
Fuerza(kVA)	8	27	22	15
Informática(kVA)	3	6	4,5	7,5
SAI(kVA)	PA-3.0.3.1 (6kVA)			
Otros(kVA)	Protección local CL-3.0.1.1(21kVA)	Habitación enfermo 33,75(kVA)		
Reserva	16,56	14,26	17,94	17,94

Tabla 10: Previsión de carga del cuadro general 3 nivel 0

Ahora explicare la distribución de la SAI como también la potencia dedicada a otros servicios como las habitaciones de enfermo o la protección local.

	Protección local CL-3.0.1.1(21kVA)
Pot inst.(kVA)	21
Iluminación(kVA)	5
Fuerza(kVA)	2
Tomas eléctricas	
TE-3.0.1.1.47E	7
TE-3.0.1.1.48E	7

Tabla 11: Previsión de carga protección local

	Habitaciones enfermo
circuitos	1 para iluminación 2 para fuerza
Pot inst.(kVA)	33,75
unidades(habitaciones)	108
Pot x habitación(kVA)	0,3125

Tabla 12: Previsión de carga habitaciones enfermo

Panel de aislamiento (exploraciones especiales):

Distribución SAI	PA-3.0.3.1 (6kVA)
Endoscopia/Cistoscopia	2kVA
Urodinamica	2kVA
Sala Litotriptor	2kVA

Tabla 13: Distribución panel de aislamiento 3.0.3.1

En la **Planta 1** tenemos:

Tres cuadros secundarios provenientes del CGD-3.

	Cuadro CS-3(1).1	Cuadro CS-3(1).2	Cuadro CS-3(1).3
Pot inst.(kVA)	90,61	51,11	48,11
Cortafuegos(kVA)			
Iluminación(kVA)	9,6	8,2	13
Fuerza(kVA)	27	22,5	11,5
Informática(kVA)	6	4,5	6
SAI(kVA)		1,65	1,35kVA
Panel aislamiento			PA-3.1.3.1 (2kVA)
Otros(kVA)	Habitación enfermo 33,75(kVA)		
Reserva	14,26	14,26	14,26

Tabla 14: Previsión de carga del cuadro general 3 nivel 1

Explicaremos como en el caso anterior la SAI y los otros servicios

	Habitaciones enfermo
circuitos	1 para iluminación 2 para fuerza
Pot inst.(kVA)	33,75
unidades(habitaciones)	108
pot x habitación(kVA)	0,3125

Tabla 15: Previsión de carga habitaciones enfermo

Distribución SAI	PA-3.1.3.1 (2kVA)
Endoscopia	2kVA

Tabla 16: Distribución de panel de aislamiento 3.1.3.1

En la **planta 2** tenemos:

Seis cuadros secundarios provenientes del CGD-3. Uno de ellos dedicado a tomas eléctricas para ascensores.

	Cuadro CS-3(2).1	Cuadro CS-3(2).2	Cuadro CS-3(2).3	Cuadro CS-3(2).4	Cuadro CS-3(2).5
Pot inst.(kVA)	90,61	44,58	55,41	55,41	40,11
Cortafuegos(kVA)	1				
Iluminación(kVA)	9,6	15	3,65	3,65	10,35
Fuerza(kVA)	27	9	12	12	11
Informática(kVA)	6	9	1,5	1,5	4,5
SAI(kVA)			PA-3.2.3.1 (24kVA)	PA-3.2.4.1 (24kVA)	
Otros(kVA)	Hab. enfermos 33,75(kVA)				
Reserva	14,26	10,58	14,26	14,26	14,26

Tabla 17: Previsión de carga del cuadro general 3 nivel 2

Ahora explicaremos los dos paneles de aislamiento de la SAI y las habitaciones de los enfermos.

	Habitaciones enfermo
circuitos	1 para iluminación 2 para fuerza
Pot inst.(kVA)	33,75
unidades(habitaciones)	108
Pot. x habitación(kVA)	0,3125

Tabla 18: Previsión de carga habitaciones enfermo

Paneles de aislamiento:

Distribución SAI	PA-3.2.3.1(24KVA)	PA-3.2.4.1(24kVA)
CAMA 1	2kVA	2kVA
CAMA 2	2kVA	2kVA
CAMA 3	2kVA	2kVA
CAMA 4	2kVA	2kVA
CAMA 5	2kVA	2kVA
CAMA 6	2kVA	2kVA
CAMA 7	2kVA	2kVA
CAMA 8	2kVA	2kVA
CAMA 9	2kVA	2kVA
CAMA 10	2kVA	2kVA
CAMA 11	2kVA	2kVA
CAMA 12	2kVA	2kVA

Tabla 19: Distribución de los paneles de aislamiento 3.2.3.1 y 3.2.4.1

Veamos ahora el cuadro dedicado a las tomas eléctricas para los ascensores.

CS-3.2.AS(83kVA)	POTENCIA DE LAS TOMAS
TEE-3.2AS.31	9kVA
TEE-3.2AS.32	9kVA
TEE-3.2AS.33	17kVA
TEE-3.2AS.34	12kVA
TEE-3.2AS.35	12kVA
TEE-3.2AS.36	12kVA
TEE-3.2AS.37	12kVA

Tabla 20: Previsión de carga para ascensores del CS-3.2.AS

En la **planta 3** tenemos:

Dos cuadros secundarios provenientes del CGD-3. Y un CGD-3.3.AS que viene del CGBT-3 dedicado a tomas eléctricas para ascensores.

	Cuadro Cs-3(3).1	Cuadro Cs-3(3).2
Pot inst.(kVA)	90,61	48,85
Cortafuegos(kVA)		1
Iluminación(kVA)	9,6	29,55
Fuerza(kVA)	27	10
Informática(kVA)	6	6
Otros(kVA)	Hab. enfermos 33,75(kVA)	
Reserva(kVA)	14,26	2,3

Tabla 21: Previsión de carga del cuadro general 3 nivel 3

Como hemos visto en casos anteriores la distribución para los cuadros de las habitaciones de los enfermos es la siguiente:

	Habitaciones enfermo
Circuitos	1 para iluminación
	2 para fuerza
Pot inst.(kVA)	33,75
unidades(habitaciones)	108
Pot. x habitación(kVA)	0,3125

Tabla 22: Previsión de carga habitaciones enfermo

El CGD-3.3.AS tiene dedicadas las siguientes tomas para ascensores.

CGD-3.3.AS(154kVA)	POTENCIA DE LAS TOMAS
TEE-3.3.AS.1	13kVA
TEE-3.3.AS.2	13kVA
TEE-3.3.AS.12	22kVA
TEE-3.3.AS.13	22kVA
TEE-3.3.AS.14	22kVA
TEE-3.3.AS.15	22kVA
TEE-3.3.AS.16	22kVA
TEE-3.3.AS.17	9kVA
TEE-3.3.AS.18	9kVA

Tabla 23: Previsión de carga del CGD-3.3.AS

Una vez terminado el montante 3. Haremos la misma operación para el montante 9. En dicho montante tanto en la planta -3 como en la planta 3 no tenemos ninguna asignación de potencia.

## MONTANTE 9

Como hemos podido ver en los planos verticales adjuntos el CGD-3 está separado en dos acometidas, en las que cada una de ellas alimenta a una serie de cuadros secundarios siendo la suma de potencias la siguiente:

	Potencia total
CGD-9.A	615,71 kVA
CGD-9.B	580,81 kVA

Tabla 24: Previsión de carga del CGD-9

Comenzaremos por la tanto por la planta -2.

En la **planta -2** tenemos:

Un cuadro general derivativo dedicado a rayos X que proviene del (CGDT-3) y cuatro cuadros secundarios que vienen del (CGD-9)

CGD-9.(-2)RX	Pot. Instalada(kVA)
ACOMETIDA A	300
ACOMETIDA B	300

Tabla 25: Previsión de carga para rayos X del CGD-9.(-2)

	Cuadro Cs-9(-2).1	Cuadro Cs-9(-2).2	Cuadro Cs-9(-2).3	Cuadro Cs-9(-2).4
Pot inst.(kVA)	74,68	46,3	77,54	95,34
Cortafuegos(kVA)				
Iluminación(kVA)	15,1	20,9	22,1	15,9
Fuerza(kVA)	16	11	25,5	39
Informática(kVA)	3	7,5	12	7,5
SAI(kVA)				15Kva (Totales)
Paneles aislamiento(KVA)				PA-9.(-2).4.1 (7,5kVA) PA-9.(-2).4.2 (7,5kVA)
Otros(kVA)	Hab. Enfermos 30(kVA)			
Reserva(KVA)	10,58	6,9	17,94	17,94

Tabla 26: Previsión de carga del cuadro general 9 nivel -2.

Veamos la distribución de los dos paneles de aislamiento y las habitaciones de los enfermos.

	PA-9.(-2).4.1 (7,5kVA)	PA-9.(-2).4.2 (7,5kVA)
Pot inst.(kVA)	7,5	7,5
Luminaria empotrable 2x26W(kVA)	0,4	0,5
Lámpara de operaciones quirófano(kVA)	0,6	0,6
5 cajas con 6 Tomas cada una de 2X15A+T	1kVA/unidad=5kVA	1kVA/unidad=5kVA
Asistencia Vital(kVA)	1,5	1,5

Cuadro Cs-9(-2).1	Habitaciones enfermo
Circuitos	1 para iluminación 2 para fuerza
Pot inst.(kVA)	30
Unidades(habitaciones)	24
Pot. x habitación(kVA)	1,25

Tabla 27: Distribución de los paneles de aislamiento y habitaciones de enfermo

En la **planta -1** tenemos:

Cuatro cuadros secundarios que vienen del (CGD-9)

	Cuadro Cs-9(-1).1	Cuadro Cs-9(-1).2	Cuadro Cs-9(-1).3	Cuadro Cs-9(-1).4
Pot inst.(kVA)	66,8	62,72	43,11	116,05
Cortafuegos(kVA)			1	
Iluminación(kVA)	23	21,4	12,25	31,25(Acometida A)
Fuerza(kVA)	16	10	21kVA(17kVA de Ascensores)	25,5(Acometida B)
Informática(kVA)	9	12	1,5	22,5(Acometida B)
Otros(kVA)	Hab. Enfermos 16,5(kVA)			
Reserva(Kva)	2,3	19,32	7,36	36,8(AcometidaB)

Tabla 28: Previsión de carga del cuadro general 9 nivel -1

Veamos la distribución de los 16,5(kVA) de las habitaciones de los enfermos:

	Habitaciones enfermo
Circuitos	1 para iluminación 2 para fuerza
Pot. inst.(kVA)	16,5
Unidades(habitaciones)	12
Pot. x habitación(kVA)	1,375

Tabla 30: Previsión de carga habitaciones de enfermo del CS 9.-(-1).1

En la **planta 0** tenemos:

Cinco cuadros secundarios pertenecientes al CGD-9.

	Cuadro Cs-9(0).1	Cuadro Cs-9(0).2	Cuadro Cs-9(0).3	Cuadro Cs-9(0).4	Cuadro Cs-9(0).5
Pot inst.(kVA)	34,05	56,46	48,59	64,41	62,09
Cortafuegos(kVA)	1			1	
Iluminación(kVA)	13,55	18,52	13,65	9,35	12,15
Fuerza(kVA)	9	14	11	20,5	17
Informática(kVA)	10,5	6	6	3	7,5
SAI(kVA)				PA-9.(0).4.1 (14kVA)	PA-9.(0).5.1 (7,5kVA)
Reserva(kVA)	16,56	17,94	17,94	16,56	17,94

Tabla 31: Previsión de carga del cuadro general 9 nivel 0

Veamos ahora los paneles de aislamiento.

	PA-9.(0).5.1 (7,5kVA)
Pot inst.(kVA)	7,5
Luminaria empotrable 2x26W(kVA)	0,4
Lámpara de operaciones quirófano(kVA)	0,6
5 cajas con 6 Tomas cada una de 2X15A+T	1kVA/unidad=5kVA
Asistencia Vital	1,5

Tabla 32: Previsión de carga panel de aislamiento PA.9.0.5.1



Distribución SAI	PA-9.(0).4.1 (14kVA)
CAMA 1	2kVA
CAMA 2	2kVA
CAMA 3	2kVA
CAMA 4	2kVA
CAMA 5	2kVA
CAMA 6	2kVA
CAMA 7	2kVA

Tabla 33: Previsión de carga panel de aislamiento PA.9.0.4.1

En la **planta 1** tenemos:

Tres cuadros secundarios que provienen del CGD-9.

	Cuadro Cs-9(1).1	Cuadro Cs-9(1).2	Cuadro Cs-9(1).3
Pot inst.(kVA)	42,41	85,96	44,06
Cortafuegos(kVA)	1		1
Iluminación(kVA)	14,15	9,7	13,3
Fuerza(kVA)	7	24	14
Informática(kVA)	6	3	1,5
Otros(kVA)	Hab. Enfermos 35(kVA)		
Reserva (kVA)	14,26	14,26	14,26

Tabla 34: Previsión de carga del cuadro general 9 nivel 1

La distribución de las habitaciones de los enfermos en este cuadro Cs-9(-1).2 es la siguiente:

	Habitaciones enfermo
Circuitos	1 para iluminación
	2 para fuerza
Pot inst.(kVA)	35
Unidades(habitaciones)	27
Pot. x habitación(kVA)	1,29

Tabla 35: Previsión de carga habitación enfermos del CS.9.1.2

En la **planta 2** tenemos:

Seis cuadros secundarios que vienen del CGD-9.

	Cuadro Cs-9(2).1	Cuadro Cs-9(2).2	Cuadro Cs-9(2).3	Cuadro Cs-9(2).4	Cuadro Cs-9(2).5	Cuadro Cs-9(2).6
Pot.Inst.(kVA)	46,18	46,18	48,18	46,18	42,21	46,51
Cortafuegos(kVA)					1	
Iluminación(kVA)	4,6	4,6	4,6	4,6	14,55	6,25
Fuerza(kVA)	12	12	12	12	4	20
Informática(kVA)	3	3	3	3	1,5	6
SAI(kVA)	PA-9.2.1.1(16kVA)	PA-9.2.2.1(16kVA)	PA-9.2.3.1(18kVA)	PA-9.2.4.1(16kVA)		
Reserva(kVA)	10,58	10,58	10,58	10,58	21,16	14,26

Tabla 36: Previsión de carga del cuadro general nivel 2

Los paneles de aislamiento quedan de la siguiente manera:

Distribución SAI	PA-9.2.1.1(16kVA)	PA-9.2.2.1(16kVA)	PA-9.2.3.1(18kVA)	PA-9.2.4.1(16kVA)
CAMA 1	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 2	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 3	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 4	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 5	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 6	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 7	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
CAMA 8	2kVA	2kVA	2kVA	2kVA
IMPLANTACION /MARCAPASOS	0kVA	0kVA	2kVA	0kVA

Tabla 37: Previsión de carga de los paneles de aislamiento de los CS 9.2.1/9.2.2/9.2.3 y 9.2.4

### 2.3 RESUMEN PREVISIÓN DE CARGAS Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

Potencia(kVA)		Potencia(kVA)	
Línea al CGD-3.A	817,35	LINEA AL CGD-3.B	
Línea al CGD-3.B	606,29	LINEA AL CS-3.(-2).1	76,91
Línea al CGD-3.(-2).CAF	151	LINEA AL CS-3.(-2).4	28,5
Línea al CGD-3.(-1).EST	488	LINEA AL CS-3.(-2).5	89,38
Línea a LA TE-AA.3.(-1).47	110	LINEA AL CS-3.(-1).1	36,38
Línea a LA TE-AA.3.(-1).48	175	LINEA AL CS-3.(-1).2	51,14
Línea al CGD-3.3.AS	154	LINEA AL CS-3.0.1	66,16
Línea al CGD-APA.1	280,74	LINEA AL CS-3.0.3	61,89
Línea al CGD-9.A	615,71	LINEA AL CS-3.0.4	54,39
Línea al CGD-9.B	580,81	LINEA AL CS-3.1.3	48,11
Línea al CGD-9.(-2).RX.A	300	LINEA AL CS-3.2.2	44,58
Línea al CGD-9.(-2).RX.B	300	LINEA AL CS-3.3.2	48,85
Línea al CGD-HELIPUERTO	10	LINEA AL CGD-3.3.AS	
LINEA AL CGD-3.A		LINEA A LA TE-3.3.AS.1	13
LINEA AL CS-3.(-2).2	86,48	LINEA A LA TE-3.3.AS.2	13
LINEA AL CS-3.(-2).3	83,39	LINEA A LA TE-3.3.AS.12	22
LINEA AL CS-3.0.2	90,61	LINEA A LA TE-3.3.AS.13	22
LINEA AL CS-3.1.1	90,61	LINEA A LA TE-3.3.AS.14	22
LINEA AL CS-3.1.2	51,11	LINEA A LA TE-3.3.AS.15	22
LINEA AL CS-3.2.1	90,61	LINEA A LA TE-3.3.AS.16	22
LINEA AL CS-3.2.3	55,41	LINEA A LA TE-3.3.AS.17	9
LINEA AL CS-3.2.4	55,41	LINEA A LA TE-3.3.AS.18	9
LINEA AL CS-3.2.5	40,11	Línea al CGD-APA.1	
LINEA AL CS-3.2.AS	83	LINEA AL CS-APA.1.1	41,13
LINEA AL CS-3.3.1	90,61	LINEA AL CS-APA.1.2	40,03
LINEA AL CGD-3.(-1).EST		LINEA AL CS-APA.1.3	25,63
LINEA A CIRCUITO I	10	LINEA AL CS-APA.1.4	29,23
LINEA A CIRCUITO II	10	LINEA AL CS-APA.1.5	35,88

## Complejo Hospitalario

LINEA A CIRCUITO III	18	Esterilización	LINEA AL CS-APA.1.6	34,48	Aparcamiento
LINEA A CIRCUITO IV	150	Esterilización	LINEA AL CS-APA.1.7	37,18	Aparcamiento
LINEA A CIRCUITO V	150	Esterilización	LINEA AL CS-APA.1.8	37,18	Aparcamiento
LINEA A CIRCUITO VI	150	Esterilización	LINEA AL CGD-9.B		
LINEA AL CGD-9.A			LINEA AL CS-9.(-2).2	46,3	psiquiatría
LINEA AL CS-9.(-2).1	74,68	UUEE. Psiquiatría	LINEA AL CS-9.(-2).3	77,54	Radiodiagnóstico
LINEA AL CS-9.(-2).4	95,34	Ud. Enfermería pediatría	LINEA AL CS-9.(-1).1	66,8	Descanso personal.
LINEA AL CS-9.0.4	64,41	Ud. Del dolor	LINEA AL CS-9.(-1).2	62,72	H. de día UTCA. Secretaría
LINEA AL CS-9.0.5	62,09	Cirugía vascular y neurocirugía	LINEA AL CS-9.(-1).3	43,11	Farmacia
LINEA AL CS-9.1.2	85,96	Ud. Enfermería pediatría	LINEA AL CS-9.0.1	50,61	Unidades administrativas
LINEA AL CS-9.2.1	46,18	U.C.I médica y quirúrgica	LINEA AL CS-9.0.2	56,46	Cirugía torácica, cardiaca y plástica
LINEA AL CS-9.2.2	46,18	U.C.I médica y quirúrgica	LINEA AL CS-9.0.3	48,59	Cirugía torácica, cardiaca y plástica
LINEA AL CS-9.2.3	48,18	U.C.I médica y quirúrgica	LINEA AL CS-9.1.1	42,41	Ud. Enfermería pediatría.
LINEA AL CS-9.2.4	46,18	U.C.I médica y quirúrgica	LINEA AL CS-9.1.3	44,06	Ud. Enfermería pediatría
LINEA AL CS-9.2.6	46,51	U.C.I médica y quirúrgica	LINEA AL CS-9.2.5	42,21	Medicina preventiva
LINEA AL CGD-9.(-2).RX.A			LINEA AL CGD-9.(-2).RX.B		
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.1	80	Radiodiagnóstico	LINEA A LA TE-9.(-2).RX.2	80	Radiodiagnóstico
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.3	80	Radiodiagnóstico	LINEA A LA TE-9.(-2).RX.4	80	Radiodiagnóstico
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.5	80	Radiodiagnóstico	LINEA A LA TE-9.(-2).RX.6	80	Radiodiagnóstico
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.7	20	Radiodiagnóstico	LINEA A LA TE-9.(-2).RX.8	20	Radiodiagnóstico
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.9	20	Radiodiagnóstico	LINEA A LA TE-9.(-2).RX.10	20	Radiodiagnóstico
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.11	20	Radiodiagnóstico	LINEA A LA TE-9.(-2).RX.12	20	Radiodiagnóstico.
LINEA AL CGD-3.2.AS					
LINEA A LA TE-3.2.AS.31	9	Ascensores			
LINEA A LA TE-3.2.AS.32	9	Ascensores			
LINEA A LA TE-3.2.AS.33	17	Ascensores			
LINEA A LA TE-3.2.AS.34	12	Ascensores			
LINEA A LA TE-3.2.AS.35	12	Ascensores			
LINEA A LA TE-3.2.AS.36	12	Ascensores			
LINEA A LA TE-3.2.AS.37	12	Ascensores			

Tabla 38: Resumen previsión de cargas

2.4 TIPOS DE CABLES EMPLEADOS

2.4.1 RZ1-0.6/1kV

Todas las líneas desde las bornas de los transformadores o de grupos electrógenos, hasta los cuadros secundarios de protección en plantas (Línea general de alimentación "LGA", línea de derivación de las generales "LDG" y líneas de derivación individual "LDI") o alimentación de maquinas se han previsto con cable de cobre con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE), autoextinguible (no propagan el fuego), bajo en la emisión de humos y cero halógenos. Su tensión asignada será 0,6/1 kV y su temperatura máxima 90°C. Su designación según la norma (ITC-BT-28, punto 4) es la siguiente: RZ1-0.6/1 KV, salvo en servicios de seguridad que el cable será de tipo resistente al fuego (RZ1-0.6/1KV(AS+), según la norma UNE-50.200. (Mantienen el servicio durante el fuego) y pueden soportar temperaturas superiores a 830°C durante más de 90 minutos.

La denominación RZ corresponde habitualmente a cables de (Cu o Al), trenzados, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Los datos técnicos suministrados por la empresa IBK cables son las siguientes.



- Datos técnicos**

  - Tensión nominal: 0.6-1 KV.
  - Tensión de ensayo: 3.500 V.
  - Norma: UNE 21123-91/1 IEC 502
  - Radio de curvatura: 10 x diámetro
  - Temperatura de servicio: -20°C. a +75°C.
- Cero halógenos: UNE 21147-1 IEC 754-1
  - No propagador del incendio: UNE 20432-3 IEC 332-3
  - Baja emisión de humos: UNE 21172-1/2 IEC 1034
  - Código de colores: tabla nº1


Datos constructivos									
Nº cond./ sección (mm²)	Espesor aislam. (mm)	Diámetro ext. aprox. (mm)	Peso aprox. (Kg/Km.)	Intensidad max. admisible amp. *1   *2	Nº cond./ sección (mm²)	Espesor aislam. (mm)	Diámetro ext. aprox. (mm)	Peso aprox. (Kg/Km.)	Intensidad max. admisible amp. *1   *2
1 x 1.5	0.7	6.4	63	18   32	2 x 25	0.9	20.0	858	123   190
1 x 2.5	0.7	6.8	76	26   44	3 x 1.5	0.7	9.9	168	17   28
1 x 4	0.7	7.2	94	35   57	3 x 2.5	0.7	10.8	205	25   40
1 x 6	0.7	8.0	120	46   72	3 x 4	0.7	11.8	262	34   52
1 x 10	0.7	8.8	160	64   96	3 x 6	0.7	13.5	360	44   66
1 x 16	0.7	9.7	225	86   125	3 x 10	0.7	15.2	502	61   88
1 x 25	0.9	11.2	320	120   160	3 x 16	0.7	17.1	685	82   115
1 x 35	0.9	12.3	425	145   190	3 x 25	0.9	20.8	1.078	110   150
1 x 50	1.0	14.0	552	180   230	3 x 35	0.9	23.2	1.370	135   180
1 x 70	1.1	15.6	760	230   280	3 x 50	1.0	26.4	1.858	165   215
1 x 95	1.1	17.4	1.026	285   335	3.5 x 10	0.7/0.7	16.1	572	61   88
1 x 120	1.2	19.0	1.252	335   380	3.5 x 16	0.7/0.7	18.2	806	82   115
1 x 150	1.4	20.8	1.551	385   425	3.5 x 25	0.9/0.7	21.9	1.228	110   150
1 x 185	1.6	22.9	1.920	450   480	3.5 x 35	0.9/0.7	24.0	1.560	135   180
1 x 240	1.7	25.4	2.425	535   550	3.5 x 50	1.0/0.9	27.6	2.115	165   215
2 x 1.5	0.7	9.5	145	24   45	4 x 1.5	0.7	10.6	182	17   28
2 x 2.5	0.7	10.2	178	33   52	4 x 2.5	0.7	11.6	245	25   40
2 x 4	0.7	11.2	225	45   69	4 x 4	0.7	12.7	320	34   52
2 x 6	0.7	12.8	300	57   86	4 x 6	0.7	14.6	435	44   66
2 x 10	0.7	14.4	408	78   115	4 x 10	0.7	16.6	600	61   88
2 x 16	0.7	16.2	560	105   150					

\*1 Al aire libre 40°C.      \*2 Enterrado 25°C.

Figura 1: RZ1-0.6/1kV


2.4.2 ES07Z1

A partir de las bornas de la salida de los CSs hacia los circuitos de iluminación, fuerza, tomas de corriente hasta 40 A...se utilizaran los cables de cobre unipolar aislado de tensión asignada 450/750V, aislamiento de compuesto termoplástico “Poliolefina termoplástica”, temperatura de servicio 70°C, autoextinguible, bajo en emisión de humos y cero halógenos. Cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4, correspondiendo a la denominación ES07Z1-U, ES07Z1-R y ES07Z1-K en donde los subíndices significan:




**-K**

El subíndice K significa conductor flexible aportada por muchos alambres finos.



**-U**

El subíndice U significa conductor rígido formado por un solo alambre



**-R**

El subíndice R significa conductor rígido formado por varios alambres.

Figura 2: Tipología ES07Z1

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T, concretamente en las ITC-BT-07 e ITC-BT-19 con la aplicación de la UNE-20.460-5-523. Según el fabricante IBK cables, los datos técnicos son los siguientes.



Datos técnicos

- Tensión nominal: 300/500 V. 05Z1-K, 450/750 V. 07Z1-K
- Tensión de ensayo: 2.000 V. 05Z1-K, 2.500 V. 07Z1-K
- No propagador del incendio: UNE 20432-3 IEC 332-3
- Baja emisión de humos: UNE 21172-1/2 IEC 1034

- Norma: UNE 21031-92/1
- Radio de curvatura: 5 x diámetro
- Temperatura de servicio: -20°C. a +75°C.
- Cero halógenos: UNE 21147-1 IEC 754-1

Datos constructivos

Designación del cable	Nº cond./ sección (mm²)	Espesor aislam. (mm)	Diámetro ext. aprox. (mm.)	Peso aprox. (kg./km.)
05Z1-K	1 x 0.5	0.6	2.5	8
05Z1-K	1 x 1	0.6	2.8	14
07Z1-K	1 x 1.5	0.7	3.0	23
07Z1-K	1 x 2.5	0.8	3.6	33
07Z1-K	1 x 4	0.8	4.2	50
07Z1-K	1 x 6	0.8	4.8	72
07Z1-K	1 x 10	1.0	6.3	120
07Z1-K	1 x 16	1.0	7.4	180
07Z1-K	1 x 25	1.2	9.0	270
07Z1-K	1 x 35	1.2	10.4	350
07Z1-K	1 x 50	1.4	12.4	520
07Z1-K	1 x 70	1.4	14.3	700
07Z1-K	1 x 95	1.6	16.7	925

Figura 3: ES07Z1

## 2.5 CALCULOS DE LINEAS

Para el cálculo de las secciones emplearemos tres métodos:

### 1. Criterio de intensidad máxima admisible o de calentamiento.

La temperatura se regula en normas específicas de cables y normalmente es de 70°C en el caso de cables con aislamiento termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

La temperatura del conductor del cable no puede ser mayor que la temperatura máxima permitida en los materiales que sirven para aislar el cable. Todo ello tiene que ser trabajado a carga completa y en régimen permanente.

### 2. Criterio de la caída de tensión.

La caída de tensión debe ser menor a los límites regulados por el Reglamento. Su función es la de garantizar el correcto funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

La caída de tensión se produce cuando se pierde potencia al circular corriente a través de los conductores.

### 3. Criterio de la intensidad del cortocircuito.

Si se produce un cortocircuito la temperatura que puede llegar a alcanzar el conductor del cable no puede ser superior a la de la temperatura máxima de corta duración asignada a los materiales aislantes del cable.

La temperatura suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos (PVC) y de 250°C para cables con aislamientos termoestables (XLPE o EPR) según la ITC-BT-07.

En instalaciones de baja tensión este criterio no es determinante porque las protecciones de sobreintensidad restringen la duración del cortocircuito.

Por consiguiente la solución final que se adopte tiene que cumplir las tres condiciones.

### Procedimiento de cálculo:

Para la realización de estos criterios hemos tenido que realizar una serie de pasos:

El primer paso es conocer las impedancias de lo que hay aguas arriba de nuestros cuadros generales de baja tensión ya que estas influirán en las caídas de tensión que tenemos que considerar según la ITC-BT 19 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Por lo tanto aguas arriba del cuadro general de baja tensión tenemos:

### Línea de Alta Tensión:

En esta línea nos interesa conocer:

$$Z_{f2} = \frac{(U_2)^2}{P_{cc1}} \cdot 10^{-3} \qquad R_{f2} = \frac{(U_2)^2}{P_{cc1}} \cdot 10^{-3} \cdot \cos \alpha \qquad X_{f2} = \frac{(U_2)^2}{P_{cc1}} \cdot 10^{-3} \cdot \sin \alpha$$

Donde:

- $\cos \alpha = 0,15$
- $\sin \alpha = 0,99$
- $U_2$ : Tensión del secundario del transformador
- $P_{CC}$ : Potencia de cortocircuito
- $R_{f2}$ : Resistencia de la línea
- $X_{f2}$ : Reactancia de la línea
- $Z_{f2}$ : Impedancia de la línea

Destacamos que tanto la tensión en el secundario, y la potencia de cortocircuito son datos conocidos.

**Transformador:**

$$Z_{f2} = \frac{V_{cc}}{100} \frac{(U_2)^2}{P_t} \quad R_{f2} = \frac{W_c (U_2)^2}{(P_t)^2} \cdot 10^{-3} \quad X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$$

Donde los siguientes datos son conocidos:

- $P_t$ : Potencia del transformador.
- $U_2$ : Tensión en el secundario del transformador.
- $W_c$ : Pérdidas totales en el cobre del transformador.
- $V_{cc}$ : Tensión de cortocircuito del transformador.

**Líneas:**

En este apartado debemos de diferenciar que para las líneas que vayan a cuadros secundarios se emplearan conductores tetrapolares y para las líneas que van a los cuadros secundarios se usaran conductores unipolares.

En el Excel adjunto hemos empezado por sacar la corriente que realmente pasa por el conductor y la admisible que será la máxima, que obtenemos contando las reservas y los factores de corrección (coeficiente de agrupamiento y coeficiente para temperaturas no máximas a 35°C)

En nuestro caso dichos factores de corrección serán los siguientes:

Para cables unipolares: 0,8256 Estos se utilizaran en los cuadros generales

Para cables tetrapolares: 0,816 Estos se utilizaran en los cuadros secundarios

La ecuación para la obtención de dichas corrientes es la siguiente:

$$I_{adm} = \frac{S}{\sqrt{3} * U} * \text{Factores corrección}$$

Con la corriente admisible seleccionamos nuestra sección para que se supere dicha corriente. Esto se llevara a cabo eligiendo la sección en el reglamento electrotécnico de baja tensión, concretamente en la ITC-19.



En algunos casos para superar dicha corriente se elegirán más de un conductor como se puede observar en el Excel.

#### Tabla de secciones de la ITC-19

Cables tetrapolares:

- La sección de  $6 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 54 * 0,816 = 44,06A$  protegido con una  $I_r = 40A$
- La sección de  $10 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 75 * 0,816 = 61,20A$  protegido con una  $I_r = 60A$
- La sección de  $16 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 100 * 0,816 = 81,60A$  protegido con una  $I_r = 80A$
- La sección de  $25 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 127 * 0,816 = 103,63A$  protegido con una  $I_r = 100A$
- La sección de  $35 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 158 * 0,816 = 128,93A$  protegido con una  $I_r = 128A$
- La sección de  $50 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 192 * 0,816 = 156,67A$  protegido con una  $I_r = 156A$
- La sección de  $70 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 246 * 0,816 = 200,73A$  protegido con una  $I_r = 200A$
- La sección de  $95 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 298 * 0,816 = 243,17A$  protegido con una  $I_r = 238A$
- La sección de  $120 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 346 * 0,816 = 282,34 A$  protegido con una  $I_r = 280A$
- La sección de  $150 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 395 * 0,816 = 322,32 A$  protegido con una  $I_r = 320A$
- La sección de  $185 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 450 * 0,816 = 367,20 A$  protegido con una  $I_r = 360A$
- La sección de  $240 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 538 * 0,816 = 439,01 A$  protegido con una  $I_r = 432A$
- La sección de  $300 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 621 * 0,816 = 506,74 A$  protegido con una  $I_r = 504 A$

Cables unipolares:

- La sección de  $6 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 58 * 0,8256 = 47,88A$  protegido con una  $I_r = 46A$
- La sección de  $10 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 80 * 0,8256 = 66,05A$  protegido con una  $I_r = 66A$
- La sección de  $16 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 107 * 0,8256 = 88,34A$  protegido con una  $I_r = 88A$
- La sección de  $25 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 135 * 0,8256 = 111,45A$  protegido con una  $I_r = 112A$
- La sección de  $35 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 169 * 0,8256 = 139,53A$  protegido con una  $I_r = 136A$
- La sección de  $50 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 207 * 0,8256 = 170,83A$  protegido con una  $I_r = 160A$
- La sección de  $70 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 268 * 0,8256 = 221,26A$  protegido con una  $I_r = 215A$
- La sección de  $95 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 328 * 0,8256 = 270,80A$  protegido con una  $I_r = 260A$
- La sección de  $120 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 382 * 0,8256 = 315,38A$  protegido con una  $I_r = 306A$
- La sección de  $150 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 441 * 0,8256 = 364,10A$  protegido con una  $I_r = 360A$
- La sección de  $185 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 506 * 0,8256 = 417,75A$  protegido con una  $I_r = 410A$
- La sección de  $240 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 599 * 0,8256 = 494,53A$  protegido con una  $I_r = 482A$
- La sección de  $300 \text{ mm}^2$  admite  $I_Z = 703 * 0,8256 = 580,40A$  protegido con una  $I_r = 567A$

La  $I_r$  es para sobreintensidades con relés regulables.

Una vez que tenemos la sección como hicimos al comienzo de este apartado será calcular la impedancia de nuestra línea para más adelante calcular la caída de tensión.

Las formulas para calcular la impedancia de la línea de baja tensión son las siguientes:

$$R_{f2} = R_e \cdot \frac{L}{N} \quad X_{f2} = X_e \cdot \frac{L}{N} \quad Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}$$

Todos los datos aquí presentes son conocidos (La resistencia que hemos sacado de la sección calculada anteriormente, la longitud de la línea dada y el número de conductores requeridos para llegar a la corriente admisible calculada al principio del apartado).

#### CAIDAS DE TENSION A PLENA CARGA

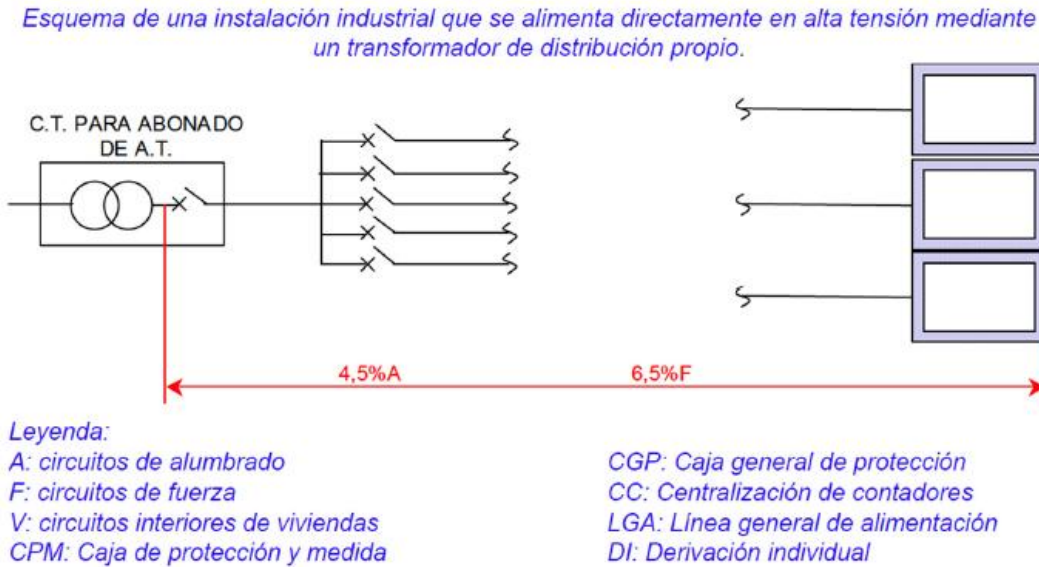


Figura 4: Caídas de tensión

Con las impedancias ya calculadas de toda nuestra instalación podemos proceder al cálculo de las caídas de tensión que como nos dice la ITC-BT 19, son del 4% para el alumbrado y 6.5% el resto.

Las ecuaciones para el cálculo de la caída de tensión son las siguientes:

$$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} \cdot R_{f2} \cdot 10^{-3}$$

$$\sum e_{X2} = \sum I_{c2} \cdot X_{f2} \cdot 10^{-3}$$

$$\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$$

$$V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cdot \cos \varphi + \sum e_{X2} \cdot \sin \varphi)$$

$$e_2 \% = 100 \cdot \left(1 - \frac{V_c}{V_{co}}\right)$$

Donde:

- $V_c$ : Tensión simple en la carga
- $V_2$ : Tensión simple en vacío  $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$

- $V_{co}$ : Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores

Como podemos ver en las ecuaciones esto se realiza con la corriente de plena carga. Esta corriente se calcula multiplicando la corriente instalada por el coeficiente de simultaneidad, este coeficiente nos indica el nivel de carga de una línea, es decir si va estar muy utilizada o no.

#### INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO:

Por último veamos lo que ocurre con el último procedimiento que es el de intensidades de cortocircuito y tiempos máximos de apertura del interruptor automático de protección.

Las formulas utilizadas para dicho procedimiento son las siguientes:

$$I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \cdot \sum Z_{f2}}$$

Donde  $Z_{f2}$  = Impedancia de fase del elemento conductor que calculamos anteriormente en la impedancia de la línea de baja tensión.

Una vez tengamos la corriente de cortocircuito podemos calcular el tiempo de corte. Tiempo máximo de corte del interruptor automático por acción de la  $I_{cc2}$ :

$$t = \frac{20473 \cdot S^2}{(I_{cc2})^2} \cdot 10^{-6} \text{ Para el Cobre}$$

Todo esto se verá en el anexo de cálculos justificativos.

## 2.6 CANALIZACIONES

El objetivo de las canalizaciones es alojar, proteger y canalizar cables eléctricos. Los diferentes tipos de canalizaciones que iremos explicando son las siguientes.

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material aislante rígido.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material aislante rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material aislante curvable en caliente.
- Tubos en material aislante flexible.
- Tubos especiales.

### 2.6.1 Bandejas

Las bandejas pueden ser metálicas o de material aislante y a su vez ambas pueden ser continuas o perforadas para mejorar la ventilación. Las metálicas podrán ser de escalera o de varillas en forma rectangular. Ninguna de ellas dispondrá de tapas y su montaje será a través de soportes en raíles.



Figura 5: Soportes empresa Rejiband



Figura 6: Bandeja en escalera

### Montaje de bandejas

En cuanto a la distribución de los cables sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

La distancia entre soportes variara depende principalmente del grado de carga a la que estará sometida pero la distancia recomendada entre soportes o puntos de apoyo, suele ser de 1500 mm

Tabla 1. Elección de las canalizaciones

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-
Conductores aislados		-	-	+	*	+	-	+	-
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+
+ : Admitido - : No admitido 0 : No aplicable o no utilizado en la práctica * : Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD									

Tabla 2. Situación de las canalizaciones

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aéreo		-	-	(*)	+	-	+	+	+
+ : Admitido - : No admitido 0 : No aplicable o no utilizado en la práctica (*) : No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida									

Tabla 39: REBT

Según el REBT las agrupaciones se realizaran con un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, con una colocación tal que permita una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura del medio ambiente de 40°C.

Estas agrupaciones irán ordenadas en circuitos y separadas entre ellas una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares.

Cuando el circuito tenga más de un conductor por fase, se formaran ternas con cada uno de ellos separándose entre si el diámetro de las mismas.

La sujeción de los cables se realizara mediante bridas.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo las líneas verticales, horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al recinto donde se efectuó la instalación

Si las bandejas de cableado eléctrico comparten espacio con otras instalaciones tales como agua o gas se instalan por encima de estas por seguridad.

Ahora explicaremos una serie de características generales importantes en la selección de bandejas y que nuestro fabricante debe de garantizar.

Protección superficial contra la corrosión

La corrosión, es un fenómeno electroquímico producido por el contacto de dos metales diferentes, o un metal y el medio ambiente (aire, agua, gases) que lo rodea.

El resultado final de este fenómeno, es la destrucción del material.

Para solventar este problema se realizan una serie de tratamientos para evitar este fenómeno o para alargarlo en el tiempo, entre ellos destacan el galvanizado, electrozincado o los aceros inoxidables.

Continuidad eléctrica

Para garantizar la seguridad de las personas en una instalación de bandejas portacables, es necesario que la misma posea la continuidad eléctrica adecuada. Esto se consigue mediante ensayos estipulados por la norma UNE-EN 61537.

Puesta a tierra

Una vez tengamos asegurada la conductividad eléctrica debemos asegurar la puesta a tierra tanto de la propia bandeja como de todas las partes que forman el sistema.

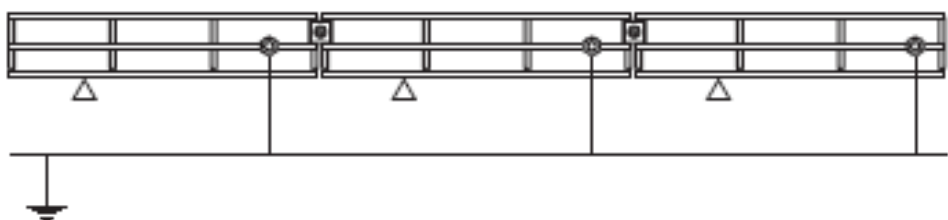


Figura 7: Puesta a tierra

Además se instalara un cable desnudo en cobre de 16 mm2 para la equipotencialidad en todo su recorrido, que irá conectado eléctricamente a ella cada 50 cm como máximo.

Resistencia al Fuego

Este parámetro lo rige la norma DIN 4102-12 y por tanto al elegir un sistema de cableado por bandejas se ha de tener en cuenta esta consideración para que en caso de que se origine un incendio, estos elementos resistan correctamente durante el tiempo de evacuación en un incendio.

Tabla 1.

Homologaciones.

HOMOLOGACIÓN	E30	E60	E90
Tiempo	30 min.	60 min.	90 min.
Temperatura	840 °C	950 °C	1000 °C

Tabla 40: Homologaciones de temperatura en bandejas

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA UNE-EN 61537

Material: Metálico

Resistencia a la propagación de la llama: No propagador

Características de Continuidad Eléctrica: Con continuidad

Características de Conductividad Eléctrica: Conductor

Material de Recubrimiento: Metálico

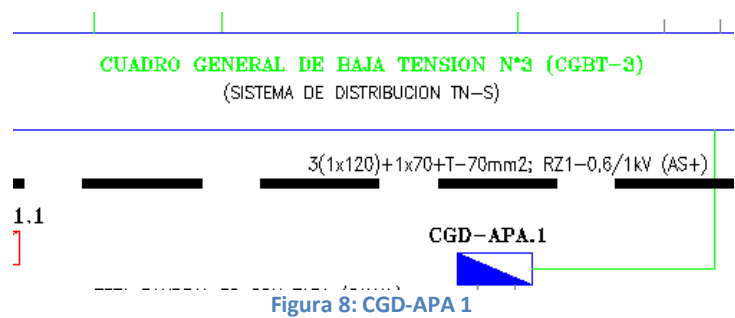
Temperatura de transporte, almacenamiento, instalación y utilización:

Mínima: -40ºC Máxima: +150ºC

Calculo de bandejas.

Conocidos los cables y secciones del cableado que queremos distribuir, para la elección de la bandeja haremos lo siguiente:

Para explicar el procedimiento cogeremos el CGD-APA.1



Como vemos los conductores que van desde el CGD-APA.1 al CGBT-3 son 3 conductores unipolares de 120mm2 un conductor neutro de 1x70mm2 y uno de tierra de 70mm2. Por lo tanto la sección total de todos nuestros conductores es la siguiente.

Sección=3·120+2·70=500mm2

Si nos vamos al cálculo recomendado por el fabricante escogido, que en nuestro caso es Rejiband la formula a utilizar es la siguiente:

$$S = \frac{K \cdot (100 + a)}{100} \cdot \sum n$$

- S = sección útil necesaria en mm2
- K = coeficiente de relleno: 1,2 cables pequeños 1,4 cables de potencia
- a = porcentaje de ampliación (30%-50%)
- Σn = suma de las secciones de los cables a instalar en la bandeja.

Por lo tanto la sección requerida en nuestro caso utilizando como coeficiente de relleno 1,4 y porcentaje de ampliación del 50% para futuras remodelaciones será:

$$S = \frac{1,4 \cdot (100 + 50)}{100} \cdot 500 = 1050mm2$$

El otro parámetro a tener en cuenta para la elección de las bandejas es la capacidad de carga que es el peso del cableado que puede soportar sin sufrir daños.

Canales protectoras.

Canalización constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

### 2.6.2 Tubos

Hay diferentes tipos de tubos con diferentes características que debemos conocer. Según el REBT en la ITC-21 los tubos pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no Metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos

UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables

UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles

UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados

La superficie interior de los tubos no deberá presentar ningún saliente ni fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados como tampoco de causar heridas a instaladores o usuarios. La manera de instalación de dichos tubos en cada una de las instalaciones la podemos encontrar en la ITC-21 del REBT

Para la fácil manipulación de los cables o conductores integrados en tubos se ha de construir el diámetro exterior del tubo según el número y sección de los cables o conductores a conducir que será diferente en función de donde vayan instalados.

La distribución de los diferentes tipos de tubos se hará en función de la localización en donde vayan a ser instalados: Superficie, empotradas, en el aire o subterráneas.

En las canalizaciones superficiales, los tubos son en su mayoría rígidos aunque en algunos casos también se pueden utilizar los tubos curvables.

Las características destacables para estas instalaciones en lo referente a los tubos utilizados son tales como tener una resistencia a la compresión y resistencia al impacto elevados, no ser propagador del fuego y funcionar a no más de 60°C. Estas características se deben de llevar a cabo mediante ensayos realizados según la norma UNE-EN 50.086.

En canalizaciones empotradas, los tubos podrán ser rígidos, curvables o flexibles. Las características principales en estas instalaciones son una resistencia a la compresión y al impacto medio o baja, no propagadores del fuego, una alta resistencia contra el polvo y no trabajar a mas de 60°C. Pueden ser utilizadas para alojar la LGA y derivaciones individuales.

En canalizaciones en el aire se utilizaran generalmente tubos flexibles con una resistencia a la compresión y al impacto media o alta. Además de no ser propagadores del fuego.

Por último, para las canalizaciones enterradas habrá de seguir la norma UNE-EN 50086.

La empresa a la que se ha consultado los tipos y sus características es la empresa Interflex.

Para designar las características de los tubos se empleara una codificación de cuatro dígitos que reflejan la resistencia a la compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínimas y temperaturas máximas de utilización.



Sistema de designación de las características de los tubos (no enterrados)

Sistemas de tubos para la conducción de cables: Clasificación según EN 61386-1  
Conduit systems for cable management: Classification according to EN 61386-1  
Systèmes de conduits pour la gestion du câblage : Classification selon EN 61386-1

EN 61386-1	CIFRA DEL CÓDIGO / CODE DIGIT / CHIFFRE DU CODE			
	1	2	3	4
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA AL IMPACTO	TEMPERATURAS MÍNIMAS	TEMPERATURAS MÁXIMAS
	COMPRESSION RESISTANCE	IMPACT RESISTANCE	MINIMUM TEMPERATURE	MAXIMUM TEMPERATURE
	RÉSISTANCE L'ÉCRASEMENT	RÉSISTANCE AU CHOC	TEMPÉRATURE MINIMUM	TEMPÉRATURE MAXIMUM
1	125 N Muy ligero Very light Très légère	0,5 J Muy ligero Very light Très légère	+ 5 °C	+ 60 °C
2	320 N Ligero Light Légère	1 J Ligero Light Légère	- 5 °C	+ 90 °C
3	750 N Medio Medium Moyenne	2 J [(K <sub>60</sub> )]*	- 15 °C	+ 105 °C
4	1.250 N Fuerte Heavy Lourde	6 J [(K <sub>60</sub> )]*	- 25 °C	+ 120 °C
5	4.000 N Muy fuerte Very heavy Très lourde	20,4 J [(K <sub>60</sub> )]*	- 45 °C	+ 150 °C
6	-	-	-	+ 250 °C
7	-	-	-	+ 400 °C

Tabla 41: Características tubos

Para tubos subterráneos:  
Resistencia a la compresión: 250 N/ 450 N/ 750 N  
Resistencia al impacto: Ligero/ Normal/ Normal

Condiciones de instalación:

- La conducción de las canalizaciones se realizara siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes.
- Los tubos se unirán entre sí a través de accesorios que aseguren la continuidad de la protección que dan a los conductores
- Las curvas realizadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles (esto estará regulado en la UNE-EN 50.086)
- Se dispondrá de los registros oportunos para la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijarlos a través de sus accesorios.
- Los registros podrán ser utilizados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir también como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.
- En ningún caso se podrá realizar la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, debiéndose realizar siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra y su continuidad eléctrica deberá quedar asegurada.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Según lo descrito:  
-Para cables rígidos o curvables el código será (4321).  
-Para canalizaciones empotradas con cables rígidos, curvables o flexibles será 2221 (empotrado) 3321/3322 (embebido en hormigón)  
-Para tubos al aire (flexibles) será 4321  
-Para tubos enterrados será ligero y normal

- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas se alejaran suficiente de las fuentes de calor o se pondrán elementos para disiparlo. Además como es lógico de elegir la canalización adecuada.



Figura 9: Tubo rígido



Figura 10: Tubo flexible



Figura 11: Tubo flexible

## 2.7 PROTECCIONES

El objetivo de una protección es evitar o disminuir las consecuencias de las corrientes excesivas (cortocircuitos) o causadas por sobrecargas, sobretensiones y defectos de aislamiento pudiendo separar el circuito defectuoso del resto de la instalación.

Además de proteger elementos de la instalación, las protecciones también velan por la seguridad de personas o animales.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito debe realizarse en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Para la protección contra sobrecargas el límite de intensidad admisible de un conductor tiene que quedar garantizada por el dispositivo de protección utilizado (interruptor automático, fusibles...)

Para la protección contra cortocircuitos habrá en todo circuito un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte ira en consonancia con la intensidad de cortocircuito que pueda originarse.

Cuando se trate de circuitos derivativos de uso principal, cada uno de los circuitos derivativos dispondrá de protecciones contra sobrecargas, mientras que solo un dispositivo general asegurará la protección contra cortocircuitos de todos los circuitos derivativos.

Además de las sobreintensidades cabe destacar las sobretensiones transitorias y que se transmiten por las redes de distribución que se originan como consecuencias de descargas atmosféricas, maniobras de redes y defectos en las mismas.

El nivel de la sobretensión dependerá del tipo de acometida, proximidad del transformador y del nivel isoceraunico.

Las repercusiones de una sobretensión pueden afectar a la seguridad y a la continuidad de suministro en función de la coordinación de aislamiento de los equipos, las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones y la existencia de una correcta red de tierras.

Diferenciamos dos tipos de sobretensiones:

- Sobretensiones externas, originadas por descargas atmosféricas
- Sobretensiones internas, originadas por maniobras de apertura y cierra, variaciones de carga y sobretensiones de servicio.

A continuación explicaremos los diferentes elementos que se usan para la protección de las faltas comentadas.

### 2.7.1 Interruptor automático.

Dispositivo que se emplea para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas (sobrecorrientes).

Las características de construcción y de funcionamiento están reflejadas en la norma IEC. 60947-2.

El funcionamiento de estos dispositivos se basa en un disparador térmico que actúa durante la aparición de sobrecargas y un disparador magnético para las corrientes de cortocircuito.

El disparador térmico está formado por una lámina bimetalica que se deforma “se curva” a consecuencia del calor provocado por la corriente de la sobrecarga. Esta curvatura es la que provoca la apertura del interruptor debido al incremento de la dilatación de la lámina bimetalica.

El disparador magnético está formado por una bobina (electroimán) que atrae una pieza articulada. Cuando la corriente supera un límite establecido se produce la apertura de los contactos del interruptor.

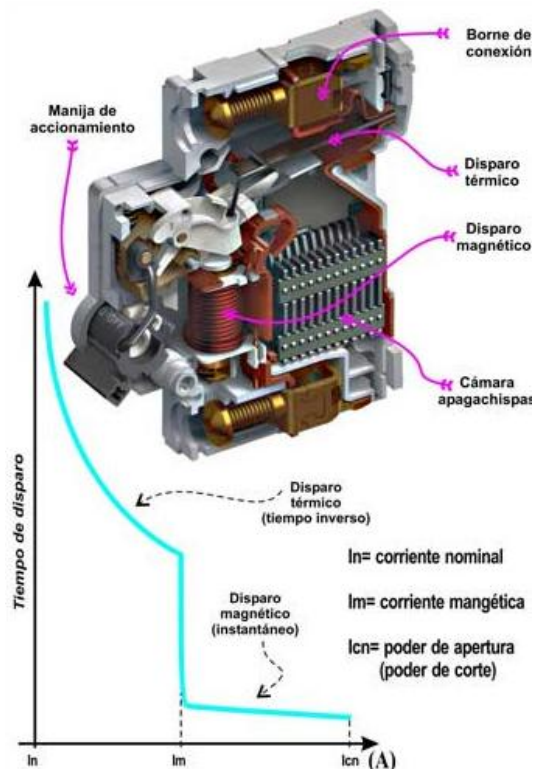


Figura 12: Interruptor automático

Las principales características de los interruptores automáticos son:

- Tensión nominal: es la tensión de empleo o de servicio
- Corriente nominal: es la corriente máxima que el interruptor puede soportar sin dispararse
- Poder de corte: corriente máxima prevista que el interruptor es capaz de cortar sin sufrir daño. Como mínimo el poder de corte debe ser igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde se encuentra instalado, para que así pueda desaparecer el fallo.

Para la elección del interruptor automático debemos conocer la corriente que circulara por los conductores y la máxima que pueden soportar según la sección que elegimos en apartados anteriores.

$$I_{adm} < I_N < I_{max}$$

Como vemos la corriente nominal tiene que estar entre medias de las dos corrientes. La gama de intensidades nominales en magnetotermicos es muy variada en función de lo que necesitemos. En el anexo de cálculo de protecciones veremos un ejemplo de esto.

2.7.2 Interruptor diferencial

La protección diferencial se encarga de detectar las corrientes de defecto a tierra e interrumpir el circuito eléctrico en el caso de que estas corrientes presenten algún peligro para las personas o bienes. Además los diferenciales vigilan permanente el aislamiento de los cables y los receptores, e incluso a veces, se usan para señalar disminuciones del aislamiento eléctrico o para reducir los efectos destructivos de una corriente de defecto.

Estas corrientes se pueden producir por contacto directo y por contacto indirecto. En las instalaciones eléctricas los contactos directos e indirectos están siempre relacionados a una corriente de defecto que no regresa a la fuente de alimentación por los conductores habituales de suministro, debido a que en algún punto de uno de dichos conductores ha tenido alguna corriente de fuga a tierra. Dichos contactos representan un peligro para las personas, y la presencia de dichas corrientes supone también en algunos casos un riesgo de deterioro o destrucción para los receptores o las instalaciones.

Los riesgos de esta corriente de defecto son los siguientes:

- Riesgo de incendio. Para la protección contra incendios, para cualquier régimen de neutro, deberán usarse dispositivos diferenciales de sensibilidad menor o igual a 300 mA.
- Destrucción de receptores
- Daños a las personas como quemaduras, paro cardiaco o incluso la muerte.

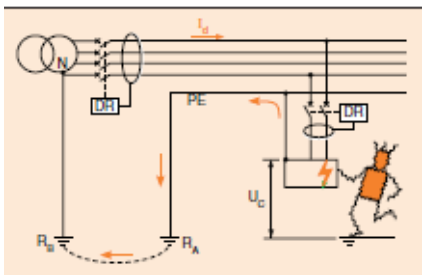


Figura 13: Tensión de contacto

Los daños sufridos por las personas que son atravesados por una corriente eléctrica dependen principalmente de la intensidad y del tiempo de paso. Esta corriente depende a su vez de la tensión de contacto ( $U_c$ ) que se aplica sobre la persona como también de la impedancia que encuentra durante su recorrido por el cuerpo humano.

Según la norma UNE 20460 se define una **Tensión límite de seguridad (UL)**, por debajo de la cual no hay riesgo para las personas. (50 V para los locales secos, 25 V para los locales húmedos y 12 V para los locales mojados)

Contactos directos:

Este tipo de contactos se produce cuando una persona entra en contacto directamente con elementos que normalmente están en tensión, son peligrosos para tensiones superiores a UL y las principales protecciones a considerar son el distanciamiento y el aislamiento. Además de instalar un interruptor diferencial como es lógico.

### Contactos indirectos:

Cuando se produce un contacto con una masa puesta accidentalmente en tensión, el umbral de peligro viene determinado por la tensión límite de seguridad UL. Para los contactos indirectos habrá que hacer una evaluación más minuciosa en función de cómo sea el esquema de puesta a tierra o regímenes de neutro.

### Partes de un diferencial:

-**El captador.** Da una señal eléctrica útil en el momento que la suma de las corrientes que circulan por los conductores activos es diferente de cero. Normalmente esto lo hace un transformador toroidal.

-**Bloque de tratamiento de la señal.** La señal anterior tiene que ser siempre tratada electrónicamente para obtener el correcto funcionamiento del relé de medida y disparo, evitando funcionamientos o disparos no deseados del dispositivo diferencial. La señal tratada se transmite al relé de medida y disparo.

-**El relé de medida y disparo.** La señal enviada por el captador y posteriormente tratada por el bloque anterior es comparada, para después dar la orden de abrir el circuito al aparato de corte asociado o dispositivo de maniobra. Cuando se utilicen diferenciales selectivos esto se realizara con un posible retardo intencionado.

-**El dispositivo de maniobra** es el que realiza la acción de abrir el circuito (interruptor o interruptor automático), instalado aguas arriba del circuito eléctrico controlado por el diferencial, se denomina disparador o accionador.

### Principio de funcionamiento:

El diferencial comprueba en todo momento que la intensidad que entra por la fase es igual que la saliente por el neutro. Cuando esta corriente es diferente y superior a un umbral llamado sensibilidad se produce la apertura del interruptor como se ha explicado anteriormente.

La sensibilidad es la intensidad de defecto a partir del cual está garantizado el disparo (30 mA, 300mA...)



Figura 14: Interruptor diferencial

### 2.7.3 Interruptor Diferencial SuperInmunizado

Funcionan exactamente igual a los anteriores, la diferencia es que son sensibles a los defectos generados por corrientes armónicas producidas por componentes electrónicos o aparatos informáticos. Esta diferencia la captan mediante filtros de alta frecuencia y circuitos acumuladores del transitorio, permitiendo producir el disparo ante una corriente de defecto real.

### 2.7.4 Seccionador

Aparato mecánico de conexión enclavado con dos posiciones (apertura y cierre) que se accionan manualmente.

En la maniobra de apertura proporciona una distancia de aislamiento segura.

Un seccionador es capaz de abrir o cerrar un circuito cuando la corriente a interrumpir o a establecer es despreciable.

Debe de ser capaz de soportar las corrientes que se presentan en condiciones normales y anormales de funcionamiento.

Su característica se regula según la ITC 60947-3.



Figura 15: Seccionador empresa schak

### 2.7.5 Interruptor de carga

Son aparatos con capacidad de maniobra para soportar las solicitudes que se produce al conectar y desconectar partes de la instalación y cargas, no existiendo perturbaciones (en condiciones normales). Hay que destacar que estos interruptores no proporcionan protección a los circuitos.

### 2.7.6 Fusibles

Se utilizan para proteger contra sobrecargas (sobrecorrientes) y cortocircuitos como los interruptores automáticos. La principal diferencia radica en su funcionamiento ya que los fusibles desconectan un circuito mediante la fundición del elemento “fusible” cuando una corriente supera un cierto valor en un tiempo concreto.

Para la selección de un fusible tenemos que cumplir dos ecuaciones que son las siguientes:

$$I_{adm} < I_N < I_{max}$$

En donde la intensidad nominal está entre la intensidad de empleo o utilización y la máxima admisible por el elemento a proteger. Además de esta ecuación también hay que cumplir que:



$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde  $I_2$  es la intensidad convencional de funcionamiento del aparato de protección.

El principal inconveniente con respecto a los interruptores automáticos es que una vez realizada su función de disparo tienen que ser sustituidos por otro.

Hay varias clases de fusibles en función de su capacidad de corte (ya sea completa o parcial) y de su aplicación (generales, motores...)

2.7.7 Ubicaciones de protecciones:

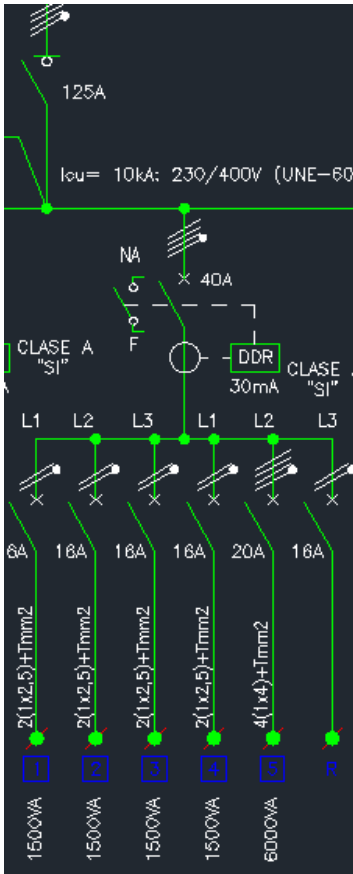


Figura 16: Unifilar cuadro secundario

En cada circuito se garantizara la seguridad y protección frente a sobrecargas, cortocircuitos, contactos directos e indirectos y sobretensiones. Por lo tanto en cada circuito emplearemos las siguientes protecciones: magnetotermicos, diferenciales y descargadores de tensión.

Además se tendrá siempre en cuenta la selectividad y la sensibilidad de los diferenciales. Esto lo explicaremos a través de un unifilar de un cuadro secundario, que podemos encontrar en los planos adjuntos. Aunque la analogía con otros cuadros que disponemos aguas arriba es similar.

La sensibilidad se utiliza para asegurar la protección a niveles máximos de las personas ante contactos directos e indirectos. Y la selectividad para aislar únicamente la parte afectada. Si por ejemplo aguas abajo tenemos un diferencial de 30mA, el que está por encima, como por ejemplo en cabecera, será de un valor superior (300mA).

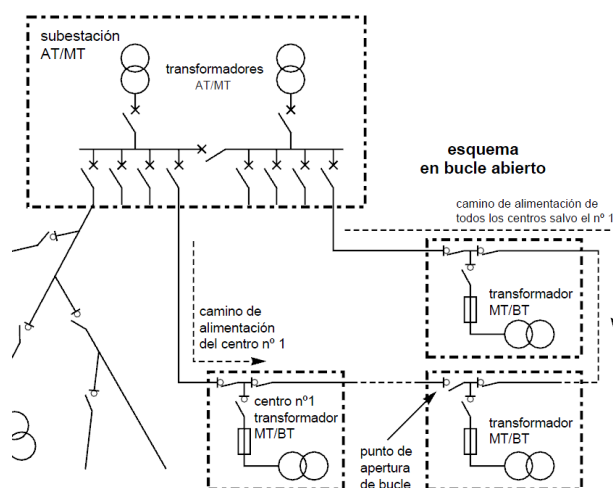


## 2.8 CENTRO DE TRANSFORMACION.

En la Instrucción Técnica MIE RAT 01 se define el CT como «la instalación provista de uno a varios transformadores reductores de Media a Baja Tensión, con sus aparatos y obra complementaria precisos».

En la instalación del hospital tendremos tres centros de transformación. Se dispone para la acometida de 15 KV de un centro de llegada y seccionamiento de Media tensión. Por la división realizada en el proyecto del hospital analizaremos el centro de llegada y el centro de transformación 3 que es el que corresponde a nuestra parte.

La alimentación del centro de transformación 3 provendrá de la línea de media tensión de 15kV procedente de Endesa, siendo la salida del mismo a una tensión de 242/420V. La conexión de los centros de transformación se realizara mediante una conexión en bucle abierto como la que vemos a continuación.



Como podemos ver, cuando se produce una interrupción en la línea, todos los CT continúan alimentados y en servicio. Esto es una ventaja frente a la distribución radial (antena) ya que con esta se garantiza mayor continuidad de alimentación y a su vez una mejor calidad de servicio. El coste de instalación como es lógico es mayor.

Figura 17: Esquema bucle abierto.

Los centros de transformación son del tipo abonados, lo que significa que son propiedad del cliente y su tensión de alimentación viene condicionada por la empresa suministradora en la zona del cliente

Los centros de transformación están formados por celdas modulares en envoltentes metálicas que albergan una cuba inundado de gas SF6 donde se encuentran los aparatos de maniobra y embarrado.

Ahora iremos detallando los diferentes centros.

En el centro de llegada se han previsto las siguientes celdas:

- 2 celdas para entrada y salida del cable de acometida a 15 kV, conteniendo cada una de ellas un interruptor-seccionador de corte en carga con puesta a tierra y tres aisladores testigo de tensión.
- 1 Celda de seccionamiento con interruptor-seccionador de corte en carga para la separación de la instalación de la compañía de la del abonado.
- 1 Celda de remonte de barras con tres aisladores testigos de tensión.
- 1 Celda de protección general de la instalación de media tensión que tiene un seccionador de corte en vacío para aislarnos ante una falta de suministro y un interruptor automático para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos provisto de unidad de protección y aisladores testigo de tensión.
- 1 Celda de medida que incluye transformadores de tensión e intensidad para la medida de magnitudes
- 1 Celda de interruptor pasante, que contiene un interruptor-seccionador de corte en carga con puesta a tierra y tres aisladores testigos de tensión

- 2 Celdas de protección y seccionamiento de la línea de media tensión que constituye el bucle en anillo para el enlace con los centros de transformación 2 y 3. Cada celda contiene un seccionador de corte en vacío y un interruptor automático provisto de unidad de protección y tres aisladores testigo de tensión.
- 1 Celda idéntica a las anteriores (de protección y seccionamiento) para la acometida al centro de transformación 1.

Como podemos ver la función del centro de llegada es separar la línea de la compañía eléctrica de la del cliente en los tres centros de transformación y a su vez realizar funciones de medida y protección para cada uno de ellos.

Para el centro de transformación 3 se han previsto las siguientes celdas:

- 2 Celdas de línea para el cierre del bucle en anillo con el cable de media tensión que une los centros de transformación. Dichas celdas están provistas cada una con un interruptor seccionador de corte en carga con puesta a tierra y tres aisladores testigo de tensión.
- 1 Celda de corte general del centro de transformación 3, conteniendo un interruptor-seccionador de corte en carga con puesta a tierra y tres aisladores testigo de tensión
- 1 Celda de remonte de barras con tres aisladores testigo de tensión
- 3 Celdas de protección de transformadores, conteniendo cada una de ellas un seccionador de corte en vacío y un interruptor automático provisto de unidad de protección y tres aisladores testigo de tensión.
- 3 Celdas en obra civil, que alojaran cada una de ellas un transformador de potencia de 1600 kVA. Estas celdas tendrán puertas abatibles que impedirán el acceso directo del personal estando en tensión el transformador, para ello la cerradura de las puertas estará enclavada mediante llave con el interruptor automático de protección para el mismo.

Los transformadores de potencia previstos son del tipo encapsulados en resina epoxi, equipados de ventilación forzada incorporada al propio transformador controlada por temperatura en los devanados de los mismos. Con esto se consigue que los transformadores trabajen a menor temperatura y con ello aumentar su vida útil. Asimismo en caso de avería de uno de los transformadores, el resto podrán proporcionar un 20% más de su potencia sin riesgo de averías, con lo que la potencia que perdemos ante este suceso disminuye.

El recinto que alberga todos los centros será de uso exclusivo, y sus dimensiones e implantación de equipos han sido reflejados en los planos adjuntos a este proyecto. Su cerramiento será como mínimo RF90.

Se ha previsto en cada uno de estos centros de transformación una red de tierras para las partes metálicas accesibles de la instalación, ejecutándose mediante varilla de cobre desnuda de 8mm de diámetro. El número de puestas a tierra será una de protección en su parte de alta tensión y una para neutro por cada transformador de potencia. Los electrodos de puesta a tierra a instalar corresponderán con las configuraciones UNESA realizándose el enlace entre el electrodo y el puente de comprobación mediante cable en cobre aislamiento 0,6/1Kv de 120mm<sup>2</sup>.

En cuanto a los elementos de servicio, se incluyen banqueta aislante, pértiga de comprobación, guantes aislantes...Se instalara también un esquema de la instalación donde se indicaran los enclavamientos y maniobras permitidas entre celdas y aparamenta. Para situaciones en caso de accidente se incluirá una placa explicativa de primeros auxilios.

La conexión entre el centro de llegada y el centro de transformación se hará mediante cable de aluminio de  $240mm^2$  de sección, soportando en canal metálico fijado en su recorrido horizontal y vertical por dentro del edificio. El circuito es de  $4 \times (1 \times 240) mm^2$  en cable de aluminio, aislamiento seco, designación RHVMV 12/20 kV, siendo el cuarto cable destinado a reserva.

Debido a la potencia del centro de transformación que es de 4800 kVA utilizaremos interruptores automáticos para la protección de sobrecargas y cortocircuitos.

Ahora describiremos las partes que tiene un centro de transformación. Estas partes son celdas, embarrados de MT, cuadro de BT y transformadores.

2.8.1 Celdas:

Las celdas de Media Tensión son el conjunto continuo de secciones verticales (Celdas) en donde se encuentran equipos de maniobra (interruptores de potencia extraíbles, seccionadores...), de medida (transformadores de corriente y de tensión) y cuando se requiera, equipos de protección y control, montados en uno o más compartimientos en el interior de una estructura metálica. El objetivo de las celdas es recibir y distribuir la energía eléctrica.

Se trata de celdas modulares equipadas con aparamenta fija, bajo envolvente metálica. Como agente de corte se utiliza hexafluoruro de azufre. Son celdas de instalación interior. Todas las celdas irán provistas de soporte con ruedas, dos de ellas con freno para su fácil desplazamiento. La conexión de las celdas se realiza mediante un juego de barras aisladas al aire de fácil acceso. Los interruptores serán de tipo rotativo de tres posiciones: abierto, cerrado y puesta a tierra. No se permitirá la conexión de la puesta a tierra sin haber abierto antes el interruptor correspondiente.

Todos los mandos se presentaran en un mismo compartimento y cada celda dispondrá de paredes laterales, frontales y trasera fácilmente desmontables para tener un fácil acceso.

Para este proyecto hemos elegido las celdas modulares sm6 de la empresa Scheneider Electric con las siguientes características:

Características eléctricas de las celdas SM6

● Tensión asignada (Un) - aislamiento.

Tensión asignada (kV)	7,2	12	24
50 Hz/1 min. Aislamiento	20	28	50
(kV) Seccionamiento	23	32	60
tipo rayo Aislamiento	60	75	125
(kV cresta) Seccionamiento	70	85	145

● Tensión asignada (Un) - límite térmico (Ith) - intensidad asignada (In).

Serie 12,5 (12,5 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 16 (16 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 20 (20 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 25 (25 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	NO

(En las celdas de protección por fusibles tipo PM y QM, la intensidad asignada es de 200 A, ya que viene limitada por el calibre del fusible. Para armonizar nos referimos a la intensidad del interruptor.)

● Valor de cresta de la intensidad de corta duración:  $2,5 \times I_{th}$  (kA cresta).

● Poder de corte (Pdc) máximo.

IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, IMR	400-630 A
GCSd, GCSI, GCMD, GCMi, NSM	
PM, PMBD, PMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
QM, QMC, QMBD, QMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
DM1-C, DM1-D, DMI-W, DM1-A	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
DM2	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
CRM sin fusibles	10 kA-7,2 kV / 8 kA-12 kV
CRM con fusibles	25 kA-7,2 kV / 12,5 kA-12 kV
SM, SME	No tiene Pdc

Tabla 42: Características celdas modulares SM6

Como podemos ver estas serian nuestras características:

- Tensión asignada: 24kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial (50Hz/min): 50kV
- Tensión soportada impulso tipo rayo: 125kV
- Corriente nominal de servicio: 400-630A
- Poder de corte en funciones de línea: 400-630A
- Poder de corte en funciones de protección: 400-630A
- Intensidad nominal admisible durante un segundo o limite térmico: 16KA
- Valor de cresta para la intensidad admisible: 2,5x16kA=40kA.

Las normas empleadas para celdas modulares son las siguientes.  
Normas internacionales: IEC 60298, 62271-102, 60265, 62271, 60694, 62271-105.  
Normas españolas: UNE-EN 60298, IEC 62271-102, 60265-1, 60694, 62271-100  
Para una comprensión más completa de una celda mostraremos la siguiente figura con las siguientes partes:

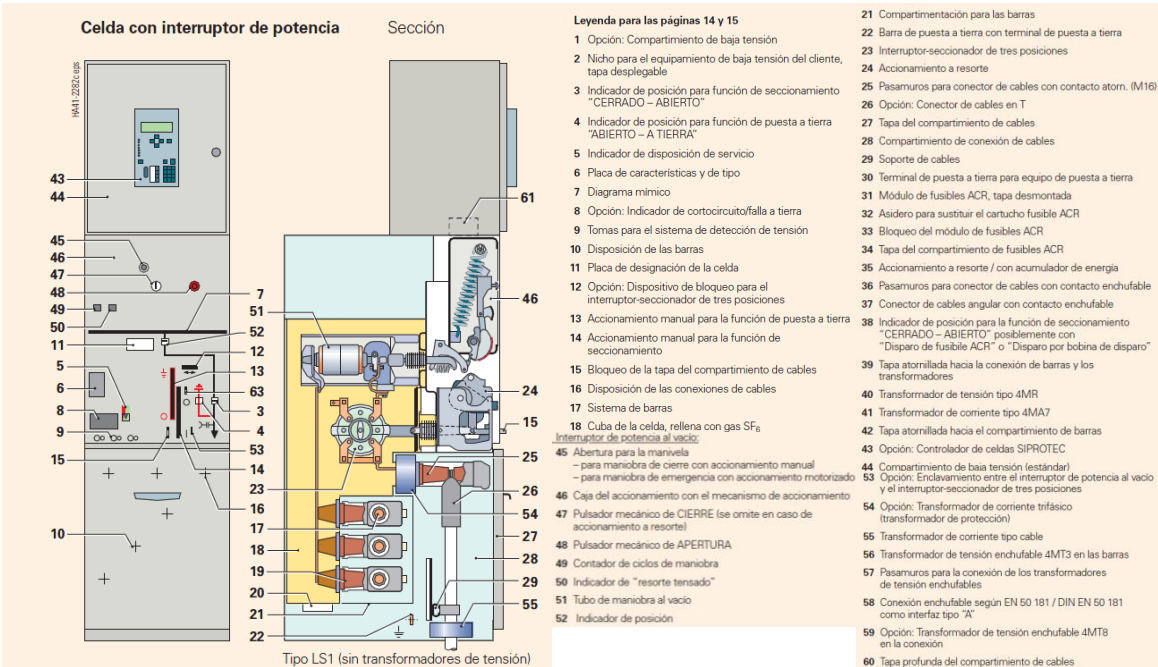


Figura 18: Esquema celda de protección

Ahora describiremos cada celda de nuestro centro de transformación:

Celda de línea (tanto salida como entrada):

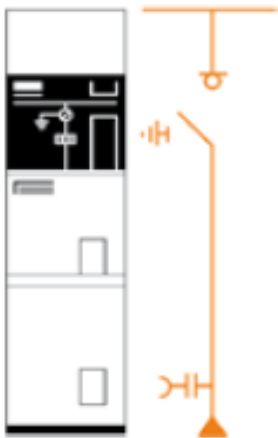


Figura 19: Celda de línea

Esta celda está formada por un interruptor seccionador en atmósfera de SF<sub>6</sub>. La maniobra es local mediante palanca y siempre se realiza en vacío o en carga. Es un componente fundamental en los anillos de compañía para realizar la entrada/salida de energía en centros de transformación. El embarrado y las conexiones son al aire; no así el seccionador de puesta a tierra que puede llegar a cerrar corrientes de cortocircuito. La maniobra posee ayuda mediante muelle de cierre/apertura rápida. Posee además enclavamientos de seguridad.

Sus componentes son:

- Interruptor seccionador (SF6)
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre (SF6)
- Bornes para conexión de cable seco unipolar
- Mando CIT manual
- Dispositivo con bloque de tres lámparas de presencia de tensión “adaptado”
- Contactos auxiliares en el SPAT 1A + 1C
- Contactos auxiliares en el interruptor seccionador 2A + 2C
- Salida inferior cable igual o inferior a 400 mm<sup>2</sup>
- Carro para desplazamiento de celda
- Etiqueta de cabina no apta
- Enclavamiento SPAT abierto llave libre

#### **Celda de protección por interruptor automático:**

Esta celda está formada de un interruptor automático de gran poder de corte en SF6. La maniobra es local mediante pulsador (conexión/desconexión) en carga. Esta celda da protección automática controlada por relé de protección indirecta y transformadores de intensidad.

Es un componente fundamental en las configuraciones de abonado para la protección general de la instalación. El embarrado y las conexiones son al aire. La maniobra puede ser local o telemandada. Posee, además, seccionador y seccionador de puesta a tierra. Además de enclavamientos de seguridad.

Sus componentes son:

- Interruptor automático Fluarc SF1
- Seccionador (SF6)
- Seccionador de puesta a tierra superior sin poder de cierre (SF6)
- Mando interruptor automático RI manual
- Mando seccionador CS1 manual dependiente
- Contactos auxiliares en seccionador 2A + 2C
- Contactos auxiliares en SF1 3A + 4C
- Dispositivo de bloque de presencia de tensión “adaptado”
- Salida inferior para cable seco unipolar
- Bobina de apertura a emisión de tensión 230 V CA
- Cajón para relé Sepam S20 alimentado a 230 V CA
- Relé Sepam S20 con IHM avanzado
- Módulo de comunicación ACE-949
- 3 toroidales sobre suelo de celda T3 relación 50/1
- Carro para desplazamiento de celda
- Etiqueta de cabina no apta
- Enclavamientos E21 y E4

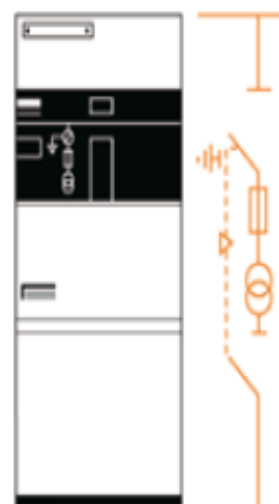


Figura 20: Celda de interruptor automático

#### **Celda de seccionamiento y remonte**

Esta celda está formada de un seccionador en atmósfera de SF6. La maniobra es local mediante palanca y siempre se realiza en vacío.

Es un componente fundamental en las configuraciones de abonado para realizar el correcto seccionamiento y aislamiento de la red.

El embarrado y las conexiones son al aire. La maniobra es manual sin ayuda de muelle de cierre y apertura rápida

Sus componentes son:

- Seccionador (SF6)
- Mando CS1 manual dependiente
- Contactos auxiliares en el seccionador barras. 2A + 2C
- Carro para desplazamiento de celda
- Etiqueta de cabina no apta
- Enclavamiento A5 o E12

Además posee una envolvente metálica que protege el remolque de cables hacia el embarrado

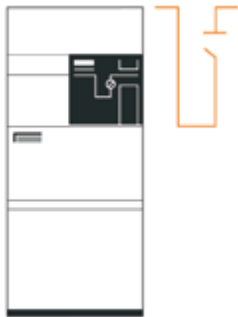


Figura 21: Celda seccionamiento y  
reparación

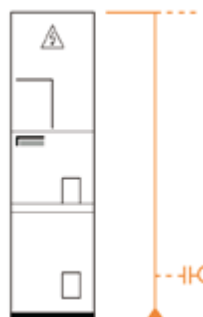


Figura 22: Celda únicamente de reparación

### Celda de medida

Esta celda está formada por transformadores de tensión e intensidad para realizar las mediciones de consumo

Es un componente fundamental para la compañía.

El embarrado y las conexiones son al aire o bien por cables.

Sus componentes son:

- 3 Transformadores de intensidad
- 3 Transformadores de tensión
- Bornes para conexión de cable seco
- Salida y entrada inferior por cable
- Sentido de salida a derechas
- Carro para desplazamiento de celda
- Etiqueta de cabina no apta

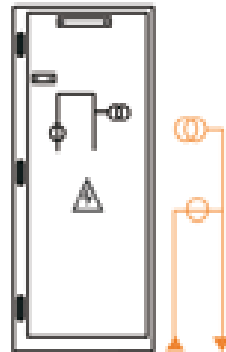


Ilustración 23: Celda de medida

### Celda de obra civil o de transformador.

Estas celdas son donde irán conectados los transformadores. Los elementos principales son los siguientes:

- Estructura realizada en perfilaría de aluminio reforzado
- Soporte con ruedas para desplazamiento
- Paneles protectores de metacrilato transparente
- Elementos de protección y seguridad antiapertura
- Ventana frontal para inserción de pértiga
- Cerradura con llave de seguridad
- Etiqueta indicación de Peligro, Alta Tensión



Embarrado de MT

Los embarrados son las líneas de unión entre las diferentes celdas que forman el centro de transformación, que a su vez están montadas sobre aisladores de apoyo.

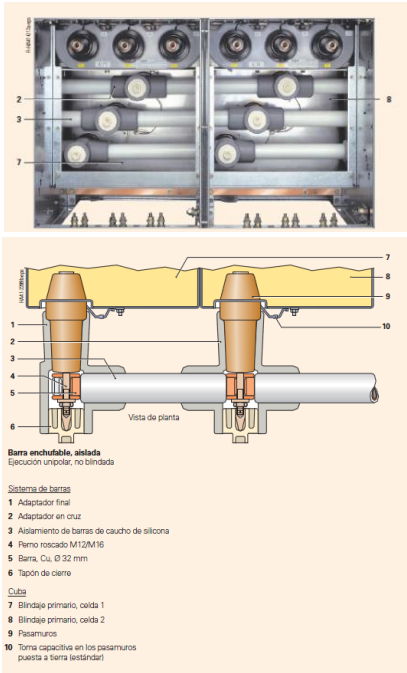


Figura 24 - Barras

- Las características principales son:
- Protegidas contra contactos directos mediante blindaje metálico
  - Ejecución unipolar, enchufable
  - De cobre redondo, aisladas con caucho de silicona
  - Unión de barras con adaptadores en cruz y finales, aislados con caucho de silicona
  - Insensibles a la suciedad y condensación
  - Ampliación o sustitución de celdas sin trabajos de gas SF6
  - Aisladas en SF6
  - El tendido de las barras se realizara en los bloques de celdas dentro de la cuba rellena con gas SF6

Interruptor seccionador

- Posiciones: CERRADO –ABIERTO – A TIERRA
- Funciones de maniobra como interruptor-seccionador
  - Ejecución como aparato multiuso con las funciones de (interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre)
  - Accionamiento a través de pasamuros herméticamente soldado en la placa frontal de la cuba.

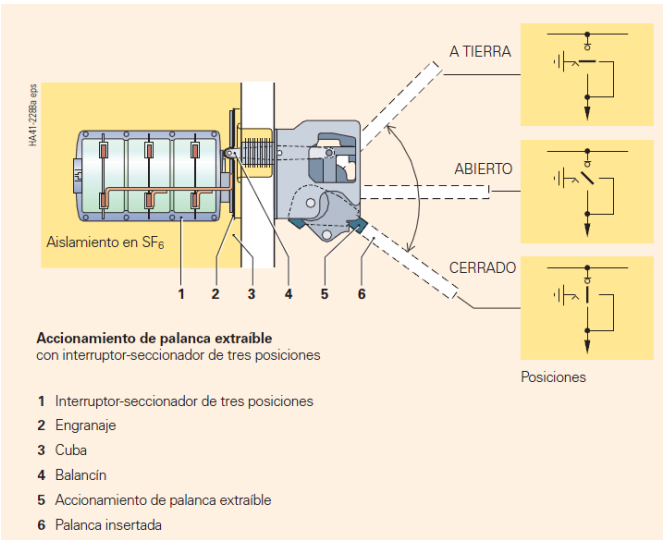


Figura 25: Interruptor-seccionador

Estos mecanismos también pueden equiparse con mecanismos motorizados.

Conexiones entre celdas:

La conexión eléctrica y mecánica entre celdas se realiza a través de 3 adaptadores enchufables montados entre las salidas de los embarrados presentes en las celdas. Estos adaptadores dan continuidad al embarrado, sellan la unión y controlan el campo eléctrico mediante sus capas semiconductoras. Además permite realizar la unión de manera fácil y sin necesidad de reponer el gas hexafluoruro.

A nivel eléctrico imposibilita las descargas parciales y mantiene las características de aislamiento como también las intensidades nominales y de cortocircuito.

Para la conexión final, tras los adaptadores se usan conectores de cables con contacto atornillado o enchufable.



Figura 26: conexionado

Cuadro de baja tensión

Es un conjunto de aparamenta eléctrica cuya función es recibir el circuito de BT procedente del transformador de MT/BT y distribuirlo en un número determinado de salidas individuales mediante bases tripolares verticales.

Está formado por:

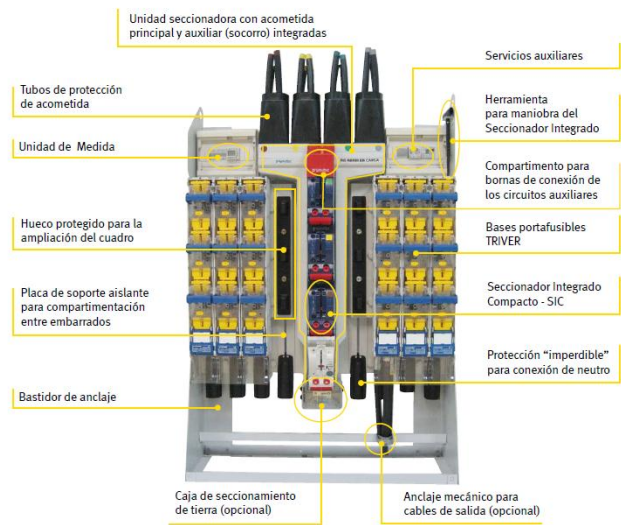


Figura 27: Cuadro de baja tensión

formada por un sistema de protección formada por bases tripolares verticales aptas para cortocircuitos (fusibles o interruptores).

-Conjunto de acometida y distribución: Sistema de envoltorio y embarrados que distribuyen en varias salidas la acometida superior de los cables del transformador.

-Unidad funcional de circuitos auxiliares: Destinada a alojar los diferentes elementos de medida y protección de los servidores del centro de transformación exigida por la compañía o el abonado. Esta unidad ofrece un aislamiento en todos y cada uno de los elementos entre las partes activas y el bastidor del cuadro.

-Unidad funcional de protección: Esta



### 2.8.2 Transformadores:

Su función es reducir la tensión de la red de MT a valores adecuados para el funcionamiento de BT. En nuestro caso se utilizarán transformadores de tipo seco. En este tipo de transformadores sus arrollamientos están encapsulados dentro de resina del tipo termoendurecible (resina epoxy) mezclada con una llamada «carga activa» formada principalmente de sílice y alúmina hidratada y con aditivos para dar dureza y flexibilidad.

Las características generales a que responden a estos transformadores son las siguientes: trifásicos, servicio continuo, instalación interior, grado de protección IP-00, frecuencia 50 Hz, refrigeración AF, clase térmica F, grupo de conexión DYn11(al ser superiores a 640 kVA)

La constitución de este tipo de transformadores es la siguiente:



Figura 28: Transformador seco

**1-Circuito magnético:**

**2-Bobinado de BT**

**3-Bobinado de AT:**

**4-Terminales de BT**

**5-Bornes de AT**

**6-Distanciadores elásticos**

**7-Marco de fijación, chasis y ruedas**

**8-Aislamiento en resina epoxi**

Estos transformadores tienen una serie de ventajas e inconvenientes respecto a los transformadores bañados en aceite. Entre sus ventajas destacan:

-Autoextinguibles.

En caso de fuego externo al transformador que afecte a este, ardera con mucha dificultad y con llama débil, la cual se extingue rápidamente al cesar el foco productor.

-Inercia térmica elevada.

Debido a una mayor masa que los transformadores en líquido, su constante de tiempo es muy superior, por lo que soporta mejor las sobrecargas de corta duración.

-Compactos.

Al ser sus únicos elementos el circuito magnético, las bobinas y los elementos de fijación, su diseño es muy compacto resultando un conjunto robusto y a prueba de vibraciones. Esto hace que sean idóneos para ser instalados en material móvil.

-Gran resistencia al cortocircuito.

Como consecuencia del encapsulado, que rodea a los conductores además de unirlos fuertemente entre sí, la resistencia a los esfuerzos electrodinámicos generados en un cortocircuito es muy alta.

Por otro lado al ser la densidad de corriente más baja que en los transformadores con líquido, la temperatura máxima transitoria alcanzada en un cortocircuito es muy inferior a los límites señalados en UNE 20101.

-Mantenimiento reducido.

Solamente se requiere alguna limpieza del polvo en las superficies, si éste llegara a producirse.

-Facilidad de instalación.

Es suficiente una protección contra contactos, ya que no precisa foso de recogida de líquido ni instalación en local hecho de obra.

Entre las desventajas podemos definir las siguientes:

- Mayor coste, en la actualidad del orden del doble
- Mayor nivel de ruido,
- Menor resistencia a las sobretensiones
- Mayores pérdidas en vacío,
- No son adecuados para instalación en intemperie, ni para ambientes contaminados

#### **Ensayos en transformadores:**

Hay varios tipos de ensayos, entre los que destacaremos los de rutina, tipo y pruebas especiales.

Ensayos de rutina:

- Medición de resistencias de los arrollamientos
- Medición de la relación de transformación y comprobación del acoplamiento
- Medida de las pérdidas en carga y tensión de cortocircuito
- Medida de las pérdidas y corriente en vacío
- Ensayo de tensión aplicada
- Ensayo de tensión inducida
- Medida de las descargas parciales

Ensayo de tipo:

Estos ensayos se hacen en caso de modificaciones importantes en cuanto a diseño a fin de confirmar que la calidad del producto se mantenga o mejore o cuando el cliente lo exija.

- Ensayo de calentamiento
- Ensayo de impulso tipo rayo
- Ensayo de nivel sonoro
- Medida de la capacidad paralela de los arrollamientos y tangente  $\delta$

Transformador elegido:

Potencia asignada (kVA)*(2)	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Tensión primaria asignada (kV)	10 o 10/22,9											
Nivel de aislamiento asignado (kV)	24											
Tensión secundaria en vacío (V)	440											
Grupo de conexión	Dyn 11											
Pérdidas (W)	en vacío	650	880	1030	1200	1400	1650	2000	2300	2800	3100	5000
Debidas a la carga	a 75 °C	2350	3300	4000	4800	5700	6800	8200	9600	11400	14000	20000
	a 120 °C	2700	3800	4600	5500	6500	7800	9400	11000	13100	16000	23000
Tensión de cortocircuito (%)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Corriente de vacío (%)		2,3	2	1,8	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1
Corriente transitoria de conexión	le/In valor de cresta	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5
	Constante de tiempo	0,13	0,18	0,2	0,25	0,25	0,26	0,3	0,3	0,35	0,4	0,5
Caída de tensión a plena carga (%)												
Cos φ = 1	a 75 °C	1,64	1,49	1,44	1,37	1,31	1,25	1,20	1,14	1,09	1,05	0,98
	a 120 °C	1,85	1,69	1,63	1,55	1,47	1,41	1,35	1,27	1,22	1,18	1,10
	a 75 °C	4,74	4,64	4,61	4,57	4,53	4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,30
	a 120 °C	4,87	4,77	4,73	4,68	4,63	4,59	4,55	4,50	4,47	4,44	4,38
Rendimiento (%)	Cos φ = 1	a 75 °C	98,16	98,355	98,428	98,522	98,6	98,676	98,741	98,824	98,877	98,943
		a 120 °C	97,95	98,16	98,24	98,35	98,44	98,52	98,60	98,69	98,74	98,82
	Carga 100%	a 75 °C	97,71	97,95	98,04	98,16	98,26	98,35	98,43	98,53	98,60	98,68
		a 120 °C	97,45	97,71	97,81	97,95	98,06	98,16	98,25	98,36	98,43	98,53
Carga 75%	Cos φ = 1	a 75 °C	98,38	98,56	98,63	98,72	98,79	98,85	98,91	98,98	99,03	99,09
		a 120 °C	98,22	98,42	98,49	98,59	98,67	98,74	98,80	98,88	98,93	99,00
	Cos φ = 0,8	a 75 °C	97,99	98,21	98,29	98,40	98,49	98,57	98,64	98,73	98,79	98,87
		a 120 °C	97,79	98,03	98,12	98,24	98,34	98,43	98,50	98,61	98,66	98,75
Ruido (3)												
dB (A)	Potencia acústica Lwa	62	65	67	68	69	70	72	73	75	76	81
	Presión acústica Lpa a 1 metro	54	56	58	59	60	61	63	64	65	66	68

Tabla 43: Características transformador seco

En nuestro centro de transformación habrá un total de tres transformadores del mismo tipo.

Las características son las siguientes:

Potencia: 1600kVA.

Frecuencia: 50Hz

Nivel de aislamiento asignado: 24kV

Tensión secundaria en vacío: 440V

Grupo de conexión: Dyn11

Perdidas en vacío: 3100W

Perdidas en carga a 120°: 16KW

Tensión de cortocircuito: 6%

Caída de tensión a plena carga con factor de potencia 1: 1,18%

Caída de tensión a plena carga con factor de potencia 0,8: 4,44%

Rendimiento a plena carga con factor de potencia 1: 98,82%

Rendimiento a plena carga con factor de potencia 0,8: 98,53%

Ruido: 76dB

### **2.8.3 Mantenimiento de centro de transformación:**

El mantenimiento de los centros de transformación la regula la norma IET-5, IET-7 e IET-9.

#### **IET-5. Equipo transformador sencillo**

Cada seis meses, y en cada visita al centro de transformación, se revisará: Nivel del líquido refrigerante del transformador, funcionamiento del termómetro y comprobación de la lectura máxima.

Una vez al año se revisarán: Interruptores, contactos y funcionamiento de sistemas auxiliares, protección contra la oxidación de envoltentes, pantallas, bornes terminales y piezas de conexión.

Una vez cada cinco años se comprobarán el aislamiento de pantallas, envoltentes, etc.

Siempre que el centro de transformación haya sido puesto fuera de servicio, antes de su nueva puesta en funcionamiento, se revisará: el funcionamiento del dispositivo de disparo o señalización por elevación de la temperatura del transformador, fusibles de alta tensión, interruptores, asociados o no a fusibles de alta tensión, y seccionadores.

En cada una de estas revisiones se repararán los defectos encontrados.

#### **IET-7. Línea de puesta a tierra de masas metálicas:**

Una vez al año, y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se procederá a la medición de puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para su examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se medirán las tensiones de paso y de contacto.

Como es lógico se repararán los defectos encontrados.

#### **IET-9. Acondicionamiento del local del centro de transformación:**

Una vez al año, y en cada visita al centro, se revisarán: Estado de conservación y limpieza de rejillas de ventilación, señalización de seguridad y carteles de auxilios, así como del material de seguridad.

Una vez al año, y cada vez que sea necesario se realizara el cambio o reposición del líquido refrigerante, se procederá a la limpieza del foso y se comprobará la evacuación de líquidos al depósito de grasas.

Una vez cada seis meses, y cada vez que sea necesario el cambio o reposición del líquido refrigerante, se procederá también a la limpieza del depósito de recogida de grasas.

#### 2.8.4 Gas hexafluoruro de azufre $SF_6$

Se determina  $SF_6$ , al gas Hexafluoruro de Azufre. Se forma con 6 átomos de flúor alrededor de uno de azufre a 20°C y 1 bar de presión. Desde el 1960 se utiliza principalmente en los equipos eléctricos (aislante en transformadores de potencia y de instrumentación, conductos de barras, celdas y aparamenta) aunque también tiene otros usos como por ejemplo en el sector de la automoción.

Sus propiedades a nivel general son las siguientes:

- Su densidad es de 6,08 g/l (5 veces más pesado que el aire)
- Es un gas incoloro, inodoro y químicamente inerte
- No es toxico para el ser humano y no provoca ningún daño a la capa de ozono.
- No es considerado peligroso por la legislación de productos químicos.
- Estabilidad térmica y química
- Mínimas consecuencias en caso de incendios debidos a la baja inflamabilidad del gas.
- Es cierto que es considerado como un gas de efecto invernadero pero las emisiones son de un 0,04% incluyendo desarrollo, fabricación, control e instalación. Además puede ser reciclado y reutilizado.

El  $SF_6$  se emplea en equipos eléctricos debido a sus excepcionales características dieléctricas, sus propiedades aislantes y su capacidad de corte del arco eléctrico.

Como aislante eléctrico es 2,5 veces mejor que el aire ( $N_2$ ), por lo que se consiguen diseños más compactos.

Su capacidad de corte es 100 veces mejor que la del aire ( $N_2$ ) y tiene una mejor disipación de calor

Otra de las características eléctricas del  $SF_6$  es que permite la utilización de muy alta potencia. En comparación con otro tipo de aparamenta existente, la aparamenta aislada con  $SF_6$  ofrece máxima seguridad de operación y disponibilidad. Esta característica se basa en que tiene un porcentaje muy bajo de fallos debido a su diseño. Su alta disponibilidad radica en el aumento de su vida útil, el nulo o reducido mantenimiento (sellado de por vida) y la mínima probabilidad de fallos tanto internos como externos.

Además este gas usado en la aparamenta ofrece máxima seguridad a las personas ya que normalmente la envolvente de la aparamenta está totalmente rellena de  $SF_6$  y protegida mecánicamente. Los compartimentos del gas están sellados a presión sin posibilidad de apertura accidental.

La probabilidad de arco interno es más baja que en el caso del aire debido a su baja temperatura de ionización y su alta energía de disgregación.

### **2.8.5 Señalización y acceso en un centro de transformación.**

Hablaremos de las medidas principales para que en el interior de estas instalaciones se vele por la seguridad, tanto de las personas como de los elementos

- Estos edificios deberán disponerse de forma que queden cerrados de tal forma que se evite el acceso de las personas ajenas al servicio

- Las puertas de acceso al recinto serán en general abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto.

- Todos los lugares de paso tales como pasillos, escaleras, rampas o salidas deben estar dimensionadas y señalizados adecuadamente para que su tránsito sea cómodo y seguro.

- En las cercanías de elementos con tensión o de máquinas en movimiento no protegidas se prohibirá el uso de pavimentos deslizantes.

- En estos recintos se dispondrá de puertas o salidas en las cuales su acceso sea lo más corto y directo posible. Además para las salidas de emergencia se admite el uso de barras de deslizamiento, escaleras u otros sistemas similares que faciliten dicha labor. En los centros de transformación sin personal permanente para sus funciones de maniobra no será necesario disponer de más de una puerta de salida.

Toda instalación eléctrica tendrá que ser correctamente señalizada y deberá disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con elementos de tensión. Para dicho objetivo se tendrá en cuenta:

- Todas las puertas que den acceso a estos recintos dispondrán de rótulos indicativos.

- Todas las máquinas y aparatos principales (celdas, transformadores...) deben de diferenciarse entre sí con marcas y rótulos indicativos para su lectura y comprensión. Específicamente se señalizarán en mayor medida los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y los propios aparatos incluyendo además la identificación de las posiciones de apertura y cierre.

- También deberán colocarse carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características del equipo o de la instalación lo necesiten.

- En zonas donde sea posible el transporte de máquinas o aparatos durante trabajos de mantenimiento o montaje se colocarán letreros indicadores de galibos y cargas máximas.

- Por último en estas instalaciones se tendrá que disponer siempre de esquemas de las mismas como mínimo de unifilares, e instrucciones generales de servicio.

### **2.8.6 Ventilación**

Con el objetivo de evitar o disminuir calentamientos excesivos provocados por pérdidas magnéticas o por efecto Joule en los arrollamientos y conseguir una buena ventilación se dispondrán de salidas de aire por la parte superior y entradas por la parte inferior para conseguir una buena circulación. Esto se realizará en caso de ventilación natural.

Cuando la ventilación sea forzada, la disposición de los conductos será la más adecuada según el diseño de la instalación eléctrica y dispondrán de dispositivos de parada automática para su actuación en caso de incendio.

Los huecos destinados a la ventilación estarán protegidos de tal manera que impidan el paso de animales u objetos que puedan dar lugar a averías u accidentes por diferentes causas, como contactos producidos por la introducción de elementos metálicos. Además dichos huecos deberán impedir la entrada de agua al recinto evitando de igual manera la intrusión de humedad.

### **2.8.7 Sistema contra incendio**

Para la elección de las protecciones contra incendio que puedan ocurrir en las instalaciones eléctricas se deberá de tener en cuenta los siguientes requisitos:

- La posibilidad de que el incendio se propague al exterior de la instalación, provocando daños a terceros.
- La posibilidad de que el incendio se propague a otras partes de la instalación.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

En caso de transformadores en aceite se dispondrán de una serie de medidas más específicas debido al riesgo de estos equipos. Entre las medidas podemos destacar la instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores, un sistema fijo de protección de incendios...

Al ser nuestro transformador de tipo seco se colocara como mínimo un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y en cualquier caso a una distancia no superior a 15m de la misma.

### **2.8.8 Conexión a tierra de un centro de transformación**

En principio hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes según la MIE-RAT 13.

Puesta a tierra de protección: A esta toma de tierra se conectan las partes metálicas interiores del CT que normalmente están sin tensión, pero que es posible que debido a averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones puedan estarlo.

Estos elementos son los siguientes:

- Las carcasas de los transformadores
- Los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra
- Las envolventes y armazones de los conjuntos de aparamenta MT (cabinas, celdas...)
- Los armarios con aparatos y elementos de BT.
- Las pantallas y blindajes de los cables de MT.

En general se conectaran todos los elementos que contengan o soporten partes en tensión en las cuales por un fallo o rotura de su aislamiento, a tierra puedan transmitirles tensión. (Canaletas, rejillas...)

Quedaran exentos de conectar a esta toma de tierra de protección los elementos metálicos del CT accesibles desde el exterior y que no tengan ni soporten partes en tensión. Estos elementos serán: puertas, marcos, persianas, rejillas de ventilación para la salida y entrada del aire...

Puesta a tierra de servicio: A esta toma se conectarán los puntos o elementos que formen parte de los circuitos de MT Y BT.

Dichos elementos son los siguientes:

- En los transformadores, el punto neutro del secundario de BT cuando proceda o se trate de distribuciones con régimen de neutro TN o TT, o a través de impedancia cuando sea régimen IT.

- En los transformadores de intensidad y de tensión se conectarán a esta tierra uno de los bornes de cada uno de los secundarios.

- En los seccionadores de puesta a tierra, el punto de cierre en cortocircuito de las tres fases y desconexión a tierra.

Más adelante se detallarán los criterios y las condiciones para disponer dos redes de puesta a tierra separadas, cada una con su electrodo, una para las tomas de tierra de protección y otra para las de servicio.

### **2.8.9 Funcionamiento en paralelo de transformadores**

El requisito de contar con el funcionamiento de dos o más transformadores en paralelo surge debido a diversos factores:

- Crecimiento de la carga que supera la capacidad del transformador existente.

- La falta de espacio (altura, dimensiones) para la instalación de un transformador grande

- Como medida de seguridad ya que la probabilidad de que dos transformadores fallen al mismo tiempo es muy pequeña.

- La instalación de un tamaño estándar de transformador en una instalación

Debido a la exigencia de continuidad de servicio en Hospitales, aeropuertos, fábricas...casi siempre la inversión suplementaria queda justificada.

Condiciones de acoplamiento:

La corriente que se establece entre los transformadores acoplados en paralelo no tendrá que perturbar de manera anormal el reparto de cargas. Para conseguir tal fin se cumplirá lo siguiente.

- La potencia de cada transformador será idéntica

- Los dos transformadores serán alimentados por la misma red

- Los acoplamientos deben ser idénticos (mismo índice horario y relaciones de transformación.)

- Las tensiones de cortocircuito deben de ser idénticas



### **2.8.10 Alumbrado**

Dentro del CT se instalaran las fuentes de luz fundamentales para conseguir un nivel medio de iluminación de 150 lux. Habrá como mínimo dos puntos de luz.

Los focos luminosos se encontraran sobre soportes rígidos, dispuestos de tal forma que se consiga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Se podrá remplazar las lámparas sin necesidad de desconectar la alimentación.

Los interruptores de alumbrado se posicionaran en las cercanías de las puertas de acceso. Se pueden instalar con conmutadores o telerruptores.

A parte de este alumbrado, podremos disponer de un alumbrado de emergencia con generación autónoma, el cuál automáticamente entrara en funcionamiento cuando se produzca un corte en suministro. Dispondrá de una autonomía mínima de dos horas, con un nivel lumínico no inferior a 5 lux

## **2.9 GRUPO ELECTRÓGENO.**

### **2.9.1 Definición**

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Normalmente son utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar o cuando con frecuencia hay cortes en el suministro eléctrico. Por tanto, la legislación de los países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares donde se den grandes densidades de ocupaciones de personas (hospitales, centros comerciales, restaurantes, cárceles...)

Por otro lado, una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, normalmente son zonas aisladas con pocas infraestructuras y casi sin habitantes. Otro ejemplo sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc., que en ausencia de energía eléctrica de red, necesiten otra fuente de energía alterna para poder abastecerse.

### **2.9.2 Partes de un grupo electrógeno**

#### **Motor diesel. Características**

El motor Diesel ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar Grupos Electrógenos.

Características:

- Tiene una potencia neta igual o superior a 1.110kW en régimen continuo y 1210kW en régimen de emergencia. La potencia útil que se quiera suministrar nos la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas.
- El giro tiene una velocidad de 1500 r.p.m.
- Su regulador de velocidad es electrónico.
- Se refrigera mediante agua enfriada en un radiador a través del ventilador activado por el propio motor. Además de refrigerarse con agua también se puede hacer con aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua o aceite consta de un radiador y un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.
- Sistema de arranque mediante motor eléctrico a 24 voltios en corriente continua.
- Cuenta con batería de acumuladores cargadas por alternador.
- Sensor de temperatura de líquido refrigerante.
- Medición de la presión de aceite.
- Parada por electroimán.
- Cilindrada con 16 cilindros. Capacidad de 65'37 litros para cada uno de ellos.

#### **Alternador o generador. Características:**

- El tipo de alimentación es trifásica
- Número de polos: 4
- Tipo: síncrono.
- Autorregulado y autoexcitado son anillos ni escobillas.
- Su conexión es Yd (Estrella-Triángulo) con neutro accesible.
- Tensión constante con regulación electrónica.
- Potencia nominal de 1325 kVA en régimen continuo y 1460kVA en emergencia.
- Su frecuencia es de 50Hz.
- Tensión nominal 3x242/420V.

- Aislamiento correspondiente: clase H.
- Grado de protección IP 21.

Todos los Grupos Electrógenos cuentan, además del motor y alternador principal, con los siguientes elementos:

- Filtro de aceite.
- Conexión flexible para absorber las dilataciones y vibraciones.
- Filtros de aire secos.
- Sistema de refrigeración, movido por bomba centrífuga y caja de termostatos, incluyendo radiador con ventilador, separada de la bancada del propio grupo.
- Sistema de seguridad para llevar las alarmas con paro por baja presión de aceite o alta temperatura del líquido de refrigeración.
- Baterías de plomo ácido de la potencia adecuada que entregarán la energía necesaria para garantizar cinco maniobras de arranque sucesivas.
- Calderín con resistencia de calefacción del líquido refrigerante, con termostato para los ajustes o periodos de paro del motor.
- Control de parada manual.
- Motor de arranque eléctrico a 24 V corriente continua.
- Silenciador de gases de escape a instalar en el trazado de la tubería de salida.
- Colectores de escape.
- Respiradero del cárter preparado para sacar al exterior.
- Bomba de baja presión de alimentación de combustible.
- Filtro de combustible.
- Alternador de carga baterías del motor.

Además de estos elementos explicaremos a nivel general los que consideramos más importantes para el funcionamiento de los grupos.

### **Acoplamiento.**

Se encuentra entre el motor y alternador mediante monopalier directo con discos de acero flexible abulonados.

### **Cuadro de control.**

Controla el arranque y paro del grupo electrógeno. También gestiona el estado de las alarmas, interruptores y contactores de transferencia. Además dispondrá de un repartidor de cargas para la distribución de la misma a ambos grupos electrógenos.

Además se le incorpora un interruptor automático de protección de 4x2500 A para la línea de potencia y los detectores de presencia o ausencia de tensión en el suministro de red.

### **Cargador de batería de acumuladores.**

Sirve para mantener las baterías en buen estado de carga, tanto por el suministro de la red como por el propio generador

### **Batería de acumuladores.**

Se compone por dos baterías de plomo ácido, estas baterías permiten cinco maniobras seguidas de arranque. Ambas irán instaladas sobre un soporte con fijación regulable, protegido contra la corrosión

### **Almacenamiento de combustible.**

El almacenamiento de combustible se utiliza para dar suministro directo al motor. Para escoger la capacidad del depósito debe darse varios factores: el número de horas de funcionamiento continuo del grupo a plena potencia, el consumo del grupo y los condicionamientos de instalación asignados por la normativa de instalaciones petrolíferas.

Este depósito dispondrá de alarmas de bajo nivel de gasoil, tapón atmosférico, bomba, conexiones para llenado y llave de paso de toma de combustible.

Dispondremos en el exterior del edificio de un depósito enterrado con grupo de presión de 14400 litros. Este cálculo se ha realizado para que nuestro grupo tenga una autonomía de 24 horas ya que como veremos en el apartado siguiente el consumo hora de cada grupo es de unos 300l/h.

### **Depósito de aceite.**

Se utiliza para cambios de aceite o para rellenar el aceite consumido

### **Equipo de transferencia de combustible.**

Se usa para conducir el combustible desde el depósito principal en nuestro caso estará ubicado en el exterior al depósito interno localizado en la sala del grupo. Puede ser manual o automático.

### **Equipo de llenado y vaciado del aceite.**

Se basa en una bomba y en unos elementos de control los cuales vacían el aceite sucio del cráter, lo sustituyen por aceite limpio, y también mantienen el nivel del depósito de relleno de aceite cuando hay un relleno de aceite automático.

### **Bancada.**

La función de la bancada es la de resistir el peso del grupo y sus componentes además de asegurar la correcta alineación entre motor y alternador manteniendo con ello el buen funcionamiento del conjunto. Además sirve para reducir las vibraciones transmitidas al entorno por el grupo.

### **Antivibratorios.**

Su función es la de aislar las vibraciones que se puedan producir por eso se instalan en la parte inferior de la bancada, apoyados directamente en el suelo. Es decir, se utilizan cuando se quiere un nivel mínimo de ruido y de vibraciones transmitidas al entorno.

### **Cuadro de acoplamiento:**

Por tener acoplados en paralelo dos grupos electrógenos se suministrará un cuadro de acoplamiento por cada uno de ellos donde se incluirán los interruptores automáticos motorizados, además del sistema de sincronismo, control y mando de toda la maniobra.

### **Silenciosos de relajación para la entrada y salida de aire.**

Su función es la de evitar la transmisión de ruidos al exterior desde el local del grupo electrógeno, entre los huecos de entrada y salida del aire necesario para la refrigeración del grupo electrógeno. Los niveles exigidos se regulan en las ordenanzas municipales de cada Ayuntamiento o Comunidad Autónoma. A falta de datos se ha acordado unos niveles sonoros máximos de 30dBA durante la noche y de 55 dBA durante el día.

### **Tolva/fuelle de acoplamiento radiador/silencioso.**

Eliminan la posible recirculación del aire caliente a la admisión y ayudan a mejorar la refrigeración

### **Silencioso de escape.**

Reducen el ruido que se produce por el escape de los gases. La altura de la sala se determina por la instalación del conducto de escape.

### **Cuadro de control.**

Controla el paro y arranque del grupo. Además gestiona el estado de los interruptores y vigila el estado de las alarmas.

### **Cuadro de protección.**

Incorpora el interruptor de potencia, cuando este no está en el grupo. Además tiene otras funciones de protección aparte de sobreintensidad o baja tensión.

### **Cuadro de conmutación.**

Dentro de este cuadro encontramos los interruptores o contactores que realizan la transferencia de la carga entre la red y el grupo.

### **Canalización de aire de admisión.**

Se debe de tomar el aire para combustión del exterior cuando la temperatura en la sala de grupo es alta.

### **Canalización - Deflectores de aire de ventilación y refrigeración.**

Cuando el flujo de aire de refrigeración o ventilación no es el adecuado por motivo de la localización de las entradas y salidas de aire disponibles, hay que colocar deflectores o canalizaciones que conduzcan el aire alrededor del grupo.

### **Conducto de escape.**

Es esencial para transportar los gases de escape desde el motor hasta el exterior. Normalmente se aísla térmicamente, para poder evitar el calentamiento de la sala y tener zonas calientes. La salida de gases está regulada por la normativa de chimeneas de escape.

### **Tuberías de combustible.**

Transportan el combustible desde el depósito principal (que en nuestro caso estará ubicado en el exterior) hasta el depósito interno del grupo electrógeno.

### **Tuberías de agua.**

Comunican el radiador con el grupo o el intercambiador con el dispositivo de refrigeración del secundario. Su diámetro viene dado por el caudal térmico esencial en el intercambiador.

### **Cables de control.**

Difunden las señales de arranque o parada del grupo y también la información proporcionada por el panel de control de grupo

### **Cables de potencia.**

Son cables cuya sección depende de la intensidad máxima que puedan soportar. Normalmente se utiliza más de un cable por cada fase. El trayecto de los cables será desde las pletinas de conexión del generador hasta el interruptor y desde el interruptor hasta el cuadro de conmutación.

### **Bandejas de cables.**

Los cables de potencia y control deben transportarse por bandejas, van sujetas al techo o en canaletas. La densidad de cables que marca la normativa para una correcta distribución del calor debe respetarse. Se debe separar las bandejas de cables de potencia de las bandejas de cables de control, para rehuir de interferencias magnéticas.

### **Canaletas.**

Se excavan canaletas en el suelo para el paso de tuberías y cables, de esta forma evitamos posibles roturas o desgastes que se puedan producir. Hay que tener en cuenta su recorrido para no poner ningún objeto encima. Se recomienda poner desagües para la evacuación de agua.

2.9.3 Elección del grupo electrógeno.

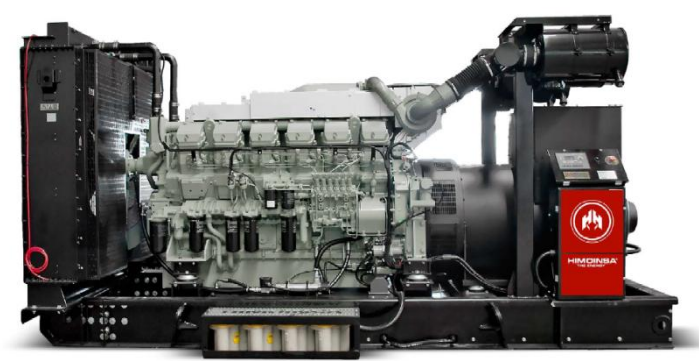


Figura 29: Grupo electrógeno Himoinsa

Las características son las siguientes (recordamos que tendremos dos grupos electrógenos iguales)

Datos de Grupo

SERVICIO		PRP	STANDBY
Potencia	kVA	1382	1500
Potencia	kW	1106	1200
Régimen de Funcionamiento	r.p.m.	1.500	
Tensión Estándar	V	400	
Tensiones disponibles	V	380/220 - 400/230 - 415/240 V	
Factor de potencia	Cos Phi	0,8	
Sistema De Combustible			
Depósito combustible			L 400

Especificaciones de Motor 1.500 r.p.m.

SERVICIO		PRP	STANDBY
Potencia Nominal	Kw	1165	1285
Fabricante		MITSUBISHI	
Modelo		S12R PTA2	
Tipo de Motor		Diesel 4 tiempos	
Tipo de Inyección		Directa	
Tipo aspiración		Turboalimentado y post-enfriado	
Clindros, número y disposición		12V	
Diámetro x Carrera	mm	170 x 180	
Cilindrada total	L	49,03	
Sistema de refrigeración		Agua	
Especificaciones del aceite motor		API CD o CF SAE 30 o SAE 40	
Relación de compresión		13,5:1	
Consumo combustible Standby	l/h	310,91	
Consumo combustible 100 % PRP	l/h	280,03	

Alternador

DATOS GENERADOR SINCRONO		
Polos	Nº	4
Tipo de conexión (estándar)		Estrella
Tipo de acoplamiento		S-0 21"
Grado de protección aislamiento	Clase	Clase H
Grado de protección mecánica (según IEC-34-5)		IP23
Sistema de excitación		Autoexcitado, sin escobillas
Regulador de tensión		A.V.R. (Electrónico)
Tipo de soporte		Monopalier
Sistema de acoplamiento		Disco Flexible
Tipo de recubrimiento		Estándar (Impregnación en vacío)

Tabla 44: Características grupo electrógeno

2.9.4 Instalación en paralelo

La forma más sencilla de configurar un sistema paralelo es utilizar grupos electrógenos iguales y que trabajen de la misma manera.

Los beneficios de los sistemas de generación de energía en paralelo siempre han sido más ventajosos que las unidades únicas generadoras de gran tamaño. Sin embargo ha tenido limitaciones debido a su coste más elevado y el alto nivel de complejidad para configurar y mantenerlo.

El funcionamiento de los Grupos Electrónicos por separado se basa en dos formas:

En modo automático, un testigo de tensión manda la señal de ausencia o presencia de esta medida al cuadro de control para que el grupo electrógeno arranque o pare y realice la conmutación red-grupo.

En modo manual se realiza el arranque o paro y posteriormente la conmutación red-grupo manualmente.



Figura 30: unifilar grupo electrógeno

Como hemos visto cuando tengamos un corte del suministro y dispongamos de un único grupo electrógeno, la manera más fácil para el buen funcionamiento por fallo de la red será disponemos de cuadro de control automático.

En la realidad en muchas ocasiones no valdrá para atender toda la demanda de energía ante un fallo de red con disponer de un único grupo electrógeno. En esta ocasión se deberá de trabajar con grupos electrógenos en paralelo para que puedan actuar simultáneamente o de forma escalonada en función de la carga.

Para que puedan adaptarse en paralelo los Grupos Electrónicos tienen que darse tres condiciones esenciales: que coincida la tensión generada, la frecuencia y el orden de fases, es decir, que el régimen de revoluciones de los motores sean iguales.

Para que se pueda realizar dos de estas tres condiciones, es necesario que los Grupos Electrónicos contengan tanto regulador electrónico de velocidad del motor, como la regulación electrónica de la tensión del alternador. Si no tenemos estas peculiaridades no será posible ajustar Grupos Electrónicos en paralelo.

El regulador de velocidad de cada grupo recibe la referencia de ajuste de la potencia activa del repartidor de cargas, el cual asegura también la regulación de la frecuencia.

De la misma forma, cada uno de los reguladores de excitación (tensión) recibe la referencia de ajuste de la potencia reactiva del repartidor de carga, asegurando a la vez la regulación de tensión.

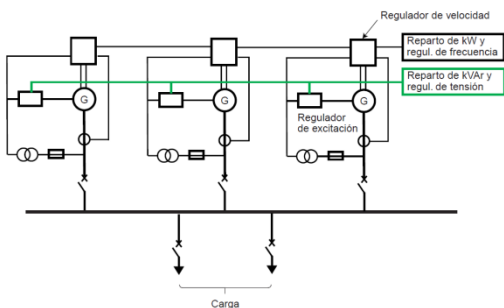


Figura 31: Funcionamiento grupo electrógeno paralelo



## 2.10 PANELES DE AISLAMIENTO EN QUIRÓFANOS



Figura 32: Imagen quirófano

Como sabemos los paneles de aislamiento no solo se utilizan en quirófanos sino en otras funciones como las comunicaciones, servicios informáticos, alumbrado de emergencia o en las unidades de cuidados intensivos. Pero debido a importancia de los primeros, serán los que explicaremos con detalle en este apartado. Un panel de aislamiento sirve para:

- Impedir que una corriente eléctrica pase de manera accidental por el paciente durante la operación o tratamiento
- Impedir que un equipo electromédico se desenergice al presentarse una falla a tierra.
- Evitar la aparición de chispas en un ambiente que puede ser explosivo por los productos que puede contener.
- Dar protección de falla a tierra en un local que puede volverse húmedo por los tratamientos que se puedan realizar
- Controlar el aislamiento del sistema eléctrico en una sala de operación para evitar corrientes de fuga peligrosas al paciente y cuerpo médico

Los servicios de alimentación ininterrumpida (SAIs) se instalaran por delante de los paneles de aislamiento en los locales que dispongan de ellos proporcionando cobertura de suministro. La energía almacenada en su batería de acumuladores permitirá mantener el suministro durante dos horas y entrara en funcionamiento en menos de 0,5 segundos.

Con las SAIs ira un panel de visualización de la autonomía disponible en cada instante al régimen de carga presente expresada en minutos estando este en modo “batería” por fallo de red de alimentación.

Los paneles de aislamiento se componen principalmente de:

### **-Transformador de aislamiento**

Es obligatorio el uso de transformadores de aislamiento o separadores de circuitos. Según normativa se utiliza como mínimo uno por cada quirófano para incrementar la fiabilidad de la alimentación eléctrica en los equipos, en los que una falta de suministro pueda poner en peligro directa o indirectamente al paciente o al personal implicado. Además se consiguen limitar las corrientes de fuga que puedan producirse.

Se deberá realizar una adecuada protección contra sobreintensidades del propio transformador y de los circuitos que alimenta. Se da una importancia especial a la coordinación de las protecciones contra sobreintensidades de todos los circuitos y equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento, con objeto de evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través de dicho transformador.

#### **-Dispositivo de vigilancia de aislamiento**

Dicho elemento nos indica constantemente el nivel de aislamiento. Lleva además una alarma acústica-luminosa para avisar cuando dicho nivel de aislamiento no sea el adecuado. El testeo del nivel de aislamiento se realiza generando una corriente de fuga.

Se dispondrá de un cuadro de mando y protección por quirófano o sala de intervención, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en zonas cercanas al mismo. Deberá incluir la protección contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento se situara en el interior del quirófano o sala de intervención y ser fácilmente visible y accesible, para poder sustituir fácilmente sus elementos.

Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales.

En aquellos equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento se emplearan dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad ( $\leq 3\text{mA}$ ) y de clase A.

#### **-Barras colectoras Equipotenciales y puesta a tierra.**

Se trata de dos pletinas de cobre en las cuales deben conectarse todas las partes metálicas de los elementos que haya dentro del quirófano, para evitar así corrientes que puedan derivarse en personas. Además el embarrado de equipotencialidad estará unido al de puesta a tierra con un conductor de cobre con una sección de  $16\text{ mm}^2$ . En nuestro caso se trata de dos pletinas de cobre de 300mm de longitud, 25mm de altura y 5mm de espesor.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano o sala de intervención y las conexiones a masa, o los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad (EE) no deberá exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

Todas las masas metálicas de los equipos que desde un punto de vista eléctrico penetren parcial o completamente en el interior del cuerpo, bien por un orificio corporal o a través de la superficie corporal como por ejemplo equipos radiológicos o electrovísturis deben conectarse a través de un conductor de protección y este, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio. Estos equipos deberán conectarse a través de un transformador de aislamiento

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos o salas de intervención, deberán disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección. Tanto el neutro como el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

Existen instalaciones que requieren una alimentación en muy baja tensión. Esta alimentación se realiza en 24 voltios en corriente alterna y 50 voltios en corriente continua. Uno de los elementos típicos de un quirófano que funciona en muy baja tensión es la lámpara de quirófano.

El esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano es la siguiente:  
Como podemos ver en el esquema podemos situar todos los elementos indicados anteriormente.

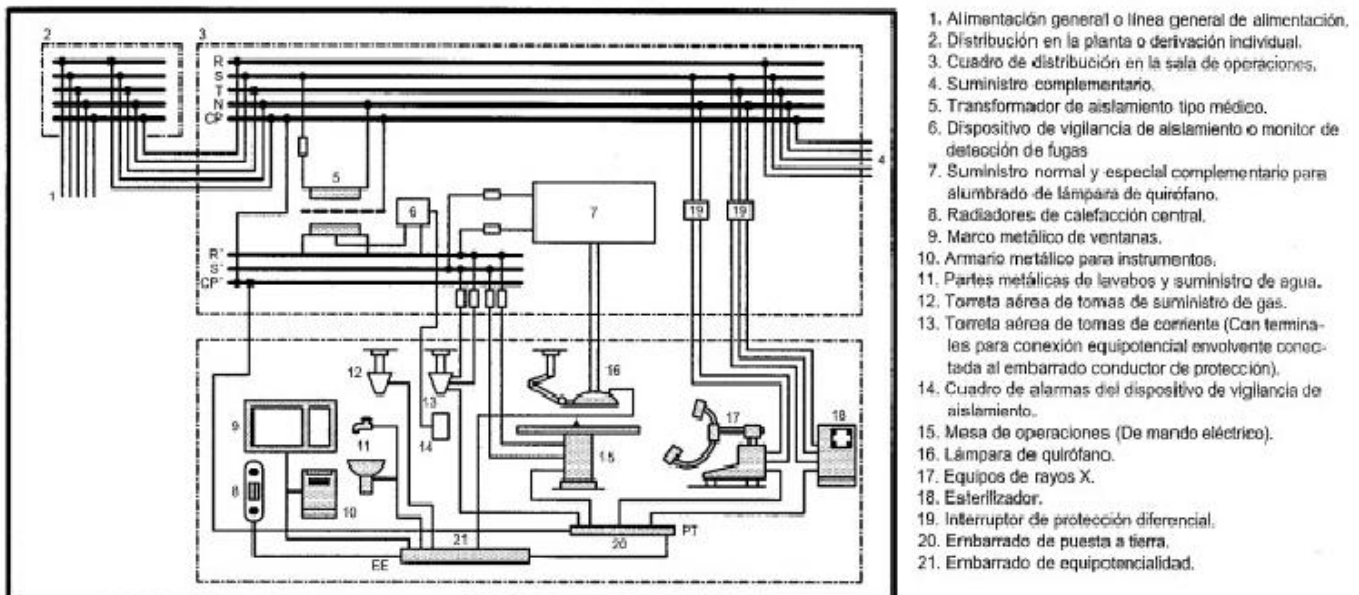


Figura 33: Reglamento de baja tensión ITC-BT-38

La normativa para quirófanos es la siguiente:

- UNE-20615: El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento
- ITC-BT-28: Locales de usos sanitarios.
- ITC-BT-29: Locales de riesgo de incendio o explosión.
- ITC-BT-24: Protección contra contactos directos e indirectos
- ITC-BT-19 y ITC-BT-29: Aislamiento de conductores.
- ITC-BT-36: Instalaciones de Muy Baja Tensión.
- ITC-BT-05: Revisiones periódicas

Dentro de un quirófano donde se emplean mezclas gaseosas o agentes inflamables es importante las medidas contra el riesgo de incendio y explosión. Según el REBT en la ITC-BT-29 distingue:

Los emplazamientos se agrupan en:

Clase I: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

Clase II: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable.

Zonas de emplazamientos Clase I. Solo describiremos estas ya que en el interior de un quirófano solo está presente la clase I debido a la ausencia de polvo.

Se distinguen:

Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que , en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

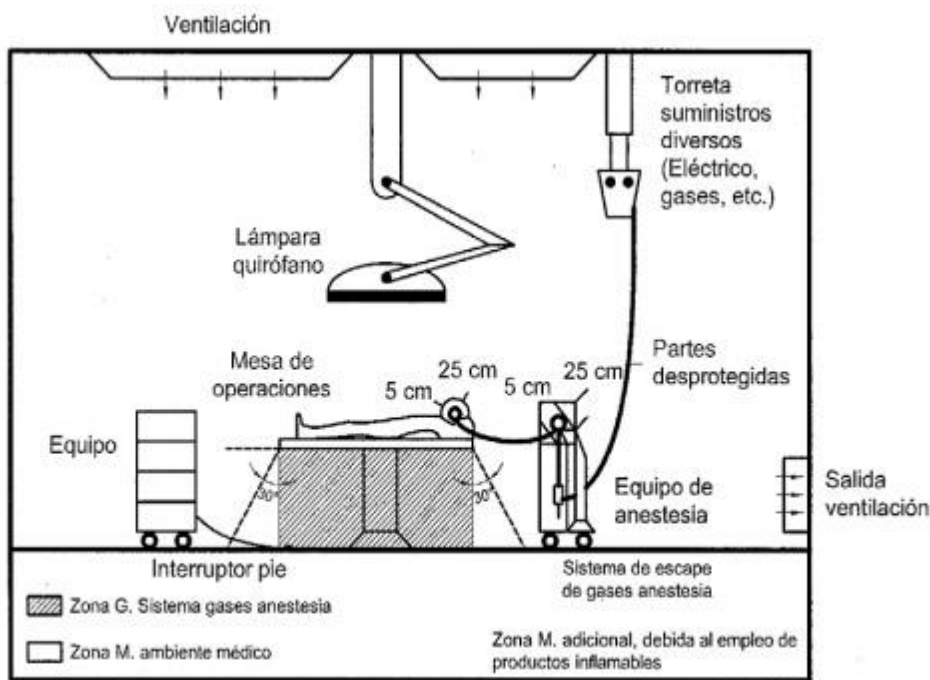


Figura 34: Reglamento de baja tensión ITC-BT-38

Las zonas G y M deben ser consideradas como zonas de la clase I con zonas 1 y 2 respectivamente, aunque la zona M debajo de la mesa de operaciones podrá considerarse como zona sin riesgo cuando se asegure una ventilación de 15 renovaciones de aire a la hora.

Los suelos de los quirófanos no deben favorecer la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas para ello serán del tipo antielectrostático.

Como podemos ver en la imagen un sistema de ventilación adecuado evitara las concentraciones de los gases empleados para la anestesia y desinfección.

Por último se realizara un control y mantenimiento sobre toda la instalación antes y después de su puesta en servicio. Antes de la puesta en servicio se comprueba el funcionamiento de las medidas de protección, la continuidad de los conductores tanto activos, de protección como los de tierra, la resistencia de puesta a tierra y de aislamiento entre conductores activos y tierra y el funcionamiento de todos los suministros complementarios.

Después de la puesta en servicio se realiza un control semanal del correcto funcionamiento del dispositivo de vigilancia de aislamiento y de los dispositivos de protección.

También se realizaran medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento mensuales, de los circuitos interiores de los quirófanos y salas de intervención.

2.11 SISTEMAS DE ALIMENTACION ININTERUMPIDA (SAIs)

Estos sistemas permiten de manera continuada garantizar el suministro de energía eléctrica, evitando los cortes y anomalías que se puedan presentar en la red eléctrica. Con ello se consigue que los equipos que estén protegidos por una unidad de alimentación ininterrumpida tengan siempre una tensión adecuada a sus características, dentro de unos márgenes de valor eficaz y frecuencia establecidos.

Estos elementos gracias a sus baterías almacenan la energía eléctrica para cederla en caso de un fallo en la red. Como las baterías trabajan con tensión continua, debe de haber un elemento que se encargue de recargarlas. Este dispositivo es el rectificador. Además los SAI deben de proporcionar una tensión alterna para alimentar a cargas críticas. Esto se consigue a través del inversor. También se dispondrá de un by-pass (estático o manual) para en caso de el inversor falle por sobrecarga o fallo del mismo se disponga de un camino alternativo. Esto se usara también para labores de mantenimiento.

Ahora describiremos en más detalle los elementos más importantes.

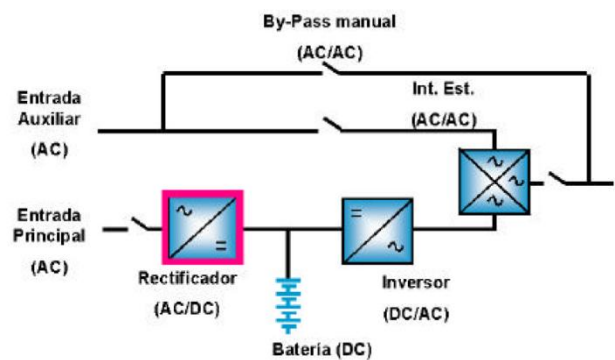


Figura 35: Elementos Sais

Rectificador:

Este elemento sirve para transformar la tensión alterna de la red eléctrica o de una alimentación exterior en tensión continua. Su función radica en mantener cargadas las baterías para establecer el mayor tiempo de autonomía.

Funcionamiento: Cuando el funcionamiento es normal y hay suministro por parte de la red eléctrica, el rectificador únicamente funciona para cargar las baterías completamente. Para ello mantiene la tensión de carga (flotación) evitando que se descarguen.

Baterías:

Como ya mencionamos antes son las encargadas de almacenar la energía con la que se alimentara la carga cuando falte el suministro o la tensión de la red no sea de la calidad adecuada.

Uno de los aspectos más importantes es mantener la temperatura de las mismas en unos niveles correctos, ya que son muy sensibles a causa de este factor. La temperatura óptima son unos 20°C. De igual manera el SAI deberá adaptarse a los cambios de temperatura para no disminuir la vida útil de las baterías. La tensión de carga de las baterías varía en función de la temperatura. Por lo tanto el SAI tendrá que modificar dicha tensión de carga cuando cambie este parámetro. Con esto se consigue alargar la duración de batería y un mayor rendimiento del equipo.



**Inversor**

Es el que da la onda senoidal con la que el SAI alimenta a sus cargas. Cuando hay tensión de red, el inversor trabaja sincronizado con ella. De esta manera se realizan transferencias desde la red al inversor o viceversa. Cuando la tensión de entrada esta fuera de los valores aceptables el inversor se alimenta de forma continua a través de las baterías. Para regular la forma de onda de salida y sus características (valor eficaz...) el inversor utiliza la modulación por ancho de pulso PWM.

**By-pass estático y manual**

Este elemento permite que la carga pueda ser alimentada por una red auxiliar en los casos en los que el inversor no funcione por sobrecarga o avería. Con esto podemos ante una sobrecarga en un SAI, alimentar la carga mediante la entrada auxiliar para proteger el inversor. Gracias al by-pass estático se logra que siempre dispongamos de alimentación para la carga como podemos ver en el esquema anterior.

En el caso del by-pass manual o de mantenimiento consiste simplemente en un interruptor manual para realizar tareas de conservación del SAI sin necesidad de interrumpir la alimentación de las cargas. Como es lógico cuando la carga está siendo alimentada a través de la alimentación auxiliar, queda sin protección contra fallos en la tensión de alimentación. Siguiendo una secuencia correcta es posible alimentar la carga sin corte alguno a través del by-pass manual.

**2.11.1 Tipos de Sais**

Hoy en día existe una gran variedad de tipologías de SAI pero describiremos el que se utiliza de mayor modo en la mayoría de las aplicaciones. Es el llamado SAI Off-Line y su esquema es el siguiente.

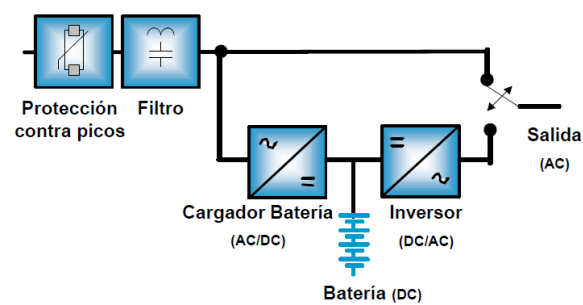


Figura 36: Sai off-line

En este modelo de SAIS, la carga está alimentada directamente por la red eléctrica a través de unos filtros contra picos de tensión. Cuando la red eléctrica no sea adecuada o exista un fallo en el suministro, un conmutador transfiere la carga desde la red eléctrica al inversor. Este dará suministro a la carga hasta el momento en que la tensión de la red vuelva a tener los requisitos exigidos. En esta configuración el rectificador se encarga únicamente de mantener en carga a las baterías.

Esta topología aporta un alta rendimiento en funcionamiento normal, ya que no hay elementos disipativos entre la carga y la red eléctrica. El consumo será únicamente el necesario para la carga de las baterías.

### **2.11.2 Dimensionado de la batería**

Lo principal que hay que tener en cuenta a la hora de realizar la elección de las baterías es saber la autonomía que debe de prestar el sistema en función de la carga a alimentar. Para ello hay que evaluar diferentes condicionantes:

- Presencia de un grupo generador
- Tipo de carga a alimentar
- Consecuencias de que se llegue final de la autonomía de la batería.

Una vez tengamos claro lo anterior podremos elegir la autonomía del equipo. Si esta elección no es la adecuada y se instalan equipos con una autonomía inferior a la necesaria podemos tener graves consecuencias tanto económicas como humanas debido a un corte del suministro por agotamiento prematuro de las baterías.

La batería es uno de los elementos indispensables de los SAIs como podemos ver, por lo que se deberá cuidar y mantener su perfecto estado en cada instante. Como hemos visto anteriormente un factor clave en la vida de estos equipos es la temperatura.

Los fabricantes de baterías aconsejan que para una máxima duración de la batería que la temperatura ambiente no sobrepase los 25°C e indican que por cada incremento de 10°C por encima de los 20°C, la vida de la batería se reduce a la mitad.

## **2.12 PUESTA A TIERRA**

### **Objeto de las puestas a tierra**

El propósito de la puesta a tierra es restringir la tensión que puedan producir las masas metálicas con respecto a tierra. Garantizan la actuación de las protecciones y disminuyen o anulan totalmente el peligro que se produce cuando hay una avería en el material utilizado.

### **Puestas a tierra: definición**

Puesta a tierra es cuando se unen todas las partes metálicas sin protección ni fusibles, entre algunas partes de una instalación y un electrodo (o grupo de electrodos), enterrados en el suelo. La función de esta puesta a tierra es que no haya diferencias de potencial peligrosas en los edificios o extensiones que se encuentren cerca del terreno. También, al mismo tiempo permite el paso a tierra de las corrientes de falta.

#### **2.12.1 Partes que comprenden las puestas a tierra**

El sistema de puesta a tierra está formado por:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

Un circuito de puesta a tierra se compone por la agrupación de los conductores, de sus derivaciones y empalmes.

### **Tomas de tierra**

Las tomas de tierra se constituyen por:

- Electrodo: masa metálica que se encuentra persistentemente en contacto con el suelo para facilitar el camino a éste de las corrientes de defecto que haya.
- Línea de enlace con tierra: cuando los conductores agrupan el electrodo con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: es un punto que se localiza fuera del suelo. Su función es la de juntar la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Si las instalaciones lo desean podrán tener puntos de puesta a tierra, conectados al mismo electrodo.

### **Líneas principales de tierra.**

Son líneas que se conectan con los puntos de puesta a tierra pero no están conectadas directamente a las masas metálicas.

### **Derivaciones de las líneas principales de tierra**

Si por algún motivo se requiere ampliar alguna determinada superficie, podrá haber derivaciones en las líneas principales de tierra. Estas derivaciones contarán con conductores que junten la línea principal de tierra con los conductores de protección.



## Conductores de protección

Los conductores de protección se crean para asegurar la protección cuando se produzca un contacto indirecto.

Dichos conductores unirán las masas a la línea principal de tierra cuando se trate de un circuito de puesta a tierra.

### 2.12.2 Regímenes de neutro

Para la identificación de los tipos de regímenes se utilizan 2 letras.

- Primera letra: Referencia el conexionado del transformador

T: Neutro conectado a tierra

I: Neutro aislado de tierra

- Segunda letra: Referencia el tipo de conexión de las masas(equipos)

T: Masa directamente a tierra

N: Masa conectada al neutro

Por lo tanto se tienen tres tipos de combinaciones (regímenes de neutro) esenciales: TN, TT e IT

Además en el esquema TN existen dos configuraciones:

TN-C: Si los conductores del neutro (N) y el conductor de protección (PE) coincide (PEN)

TN-S: Si los conductores del neutro (N) y el de protección (PE) están separados.

A grandes rasgos es mejor el sistema TN-S. El sistema TN-C tiene casos en que no es posible, y además en otros casos está prohibido. España tiene un régimen determinado para las redes públicas, es el TT. Si el centro de transformación es del abonado (contrato de suministro en Media Tensión), su régimen de neutro en BT será el que el abona elija (TN, TT O IT).

Puede haber partes en una misma instalación con régimen TT, otras con IT y otras con régimen TN-C y/o TN-S. También aparte de estos tres regímenes de neutro esenciales (TN, TT, IT) pueden aparecer regímenes mezclados, por ejemplo: parte de TN y de TT. Este caso ha ido evolucionando con el paso del tiempo y todavía sigue desarrollándose.

La utilización de uno u otro es función de varios factores como el país donde nos encontremos, la continuidad de servicio que necesitemos, flexibilidades para ampliaciones, mantenimiento de la instalación...

### Diferencias entre ambos:

#### Régimen TN

La corriente de defecto es alta, puede alcanzar miles de amperios. Sólo está restringida por la impedancia de los conductores que mayormente es sólo del orden del miliohmios. En defecto la corriente no transita por la toma de tierra del neutro, así que, su valor no afecta a la mayor o menor resistencia de la toma de tierra.

Se debe detectar y cortar por los interruptores automáticos, los interruptores magnetotérmicos o los fusibles la corriente de defectos.

-Régimen TN-C: No existe el conductor de protección (PE). Las masas (cuadros, armarios, carcasas de motores, envoltentes de aparatos, etc.) se encuentran conectados al conductor neutro (PEN).

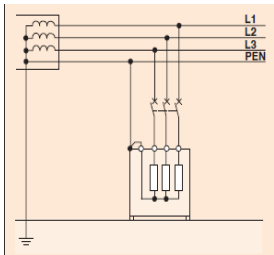


Figura 37: TN-C

-Régimen TN-S: En el régimen TN-S existe el conductor de protección (PE). Las masas se encuentran conectadas a este conductor. El conductor de protección (PE) se conecta además al borne del neutro del transformador.

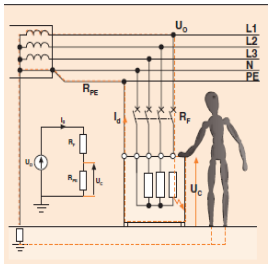


Figura 38: TN-S

**Régimen TT.**

La corriente de defecto transita tanto por la toma de tierra de las masas como por la toma de tierra del neutro. Así que, queda restringida por el valor de la resistencia de las tomas de tierra. Normalmente las resistencias suelen ser del orden del Ohmios y la corriente es habitualmente del orden de amperios.

La corriente de defecto ha de ser localizada por las protecciones diferenciales, normalmente son interruptores diferenciales, interruptores automáticos diferenciales... En España es el más usado. Según el reglamento de Baja Tensión así lo regula para las redes públicas (Compañías suministradoras).

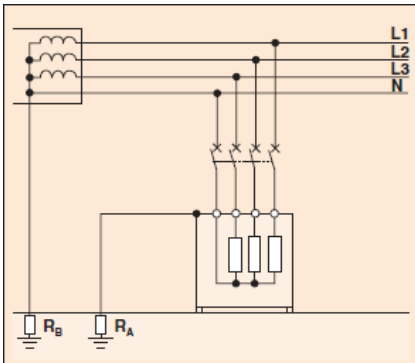


Figura 39: TT

Las masas se encuentran conectadas al conductor de protección. Dicho conductor no aparece conectado al borne neutro del transformador. La instalación posee un sistema propio de puesta a tierra, incluyendo sus electrodos de toma de tierra...como podemos ver en la figura adjunta.

Como hemos visto antes se instalaran protecciones diferenciales ya que es un requisito imprescindible en el régimen TT pero no único, porque en determinadas situaciones también hay protecciones diferenciales en

el régimen TN-S como por ejemplo protección contra incendios.

**Régimen IT.** Si se produce un primer defecto, la corriente de defecto suele ser muy baja, y la tensión de defecto es normalmente inferior a 24 V, así que no supone ningún peligro para los seres humanos.

No hace falta detener el circuito pero debe localizarse el defecto y arreglarlo porque sino la corriente se eleva como el régimen TN, o también el valor como el caso de régimen TT. En las dos situaciones la tensión de defecto puede llegar a ser peligrosa para los seres humanos. No es usual ya que no existe en las redes públicas. Sólo aparece en determinadas ocasiones en instalaciones alimentadas por un Centro de Transformación de abonado.

No está conectado a tierra el neutro del lado de baja tensión del transformador, y si lo está, es por medio de una resistencia de gran valor (1500- 2000 Ohm) o en su caso por un aparato "Controlador permanente de aislamiento" (CPA), la cual tiene una impedancia también alta.

En el momento en el que aparezca un defecto de aislamiento a masa (tierra) el aparato

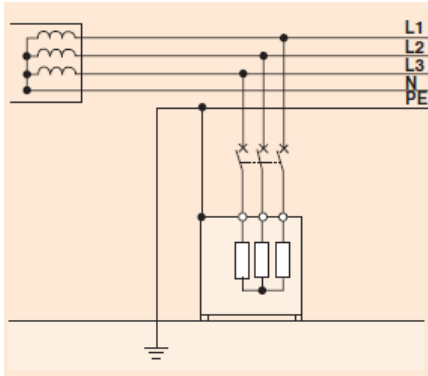


Figura 40: IT

CPA lo localiza, avisa y ayuda a encontrar el fallo. A grosso modo es como un "vigilante" de lo que se denomina primer fallo. Por lo tanto es un aparato obligatorio en las instalaciones en régimen IT. El conductor PE de la instalación no se encuentra conectado al borne neutro del transformador, pero está conectado a un sistema de puesta a tierra particular al de la instalación como también al del régimen TT.

En nuestro proyecto aunque se hubiera podido elegir el régimen TT ya que el reglamento lo admite por ser una red de distribución pública, se ha elegido la distribución TN-S debido a sus ventajas con respecto a los demás.

En este proyecto se ha proyectado las siguientes redes de puesta a tierra independiente.

- Red de puesta a tierra de protección en media Tensión
- Redes de puesta a tierra de neutros de transformadores
- Red de puesta a tierra de protección en baja tensión
- Red de puesta a tierra de la estructura del edificio.

Debido a que las dos primeras las vimos en el apartado del centro de transformación describiremos tanto la puesta a tierra de protección en baja tensión como la red de puesta a tierra del edificio.

Red de puesta a tierra de protección en baja tensión: estará dedicada a poner a tierra todas las partes metálicas de la instalación de baja tensión que normalmente no están sometidas a ellas, para lo cual se ha diseñado una red de conductores en color amarillo-verde que uniéndolos entre si las pone a tierra a través de un electrodo formado por picas de acero y a la que abra que unir la tierra general de la estructura.

Para la puesta a tierra de la estructura del edificio, se unirá las armaduras metálicas de pilares entre sí, utilizando un cable de cobre desnudo de  $50mm^2$  enterrado a 50cm por debajo de la solera del edificio. Para la unión entre pilares y cables se usara soldadura aluminotermica.

Para mejorar la puesta a tierra se ha usado un conductor de  $35mm^2$  para conexionar todas las picas de puesta a tierra empleadas en la distribución del alumbrado, con el propósito de lograr un valor de puesta a tierra completo de la instalación inferior a  $1\Omega$ .

Todo el enlace entre los electrodos de puesta a tierra se realizara mediante conductor 0,6/1kV.

Aparte de la conexión TN-S, como hemos mencionado anteriormente se podrá optar por la configuración TT. No obstante, el sistema TN-S tiene algunas ventajas, ya que no requiere emplear interruptores diferenciales hasta la salida de cuadros secundarios, ya que con una correcta configuración de la selectividad de disparo de los Interruptores

automáticos, cubriríamos la protección de la instalación, al conectar los neutros entre sí. Además este tipo de conexión permite reducir las activaciones de interruptores diferenciales de 30mA. Todo debido a la impedancia prácticamente nula a tierra del sistema TN-S.

### 3 ANEXOS

#### 3.1 ANEXO PARARRAYOS

Las condiciones y características que deben cumplir los pararrayos vienen recogidas en Documento Básico SU Seguridad de Utilización, en concreto en la CTE DB SU8 *“Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo”* y es en la que nos basaremos.

En situaciones de normalidad, la atmosfera posee un equilibrio de cargas positivas y negativas, en donde la tierra está cargada más negativamente que el aire y los elementos que se encuentran en el suelo.

Pero al formarse nubes de tormenta se produce una polarización de las cargas entre nubes (relámpago) o nubes y tierra (rayo). En muchos de los casos, la zona baja de la nube queda cargada negativamente induciendo una carga positiva en la tierra y los elementos que hay en ella dando lugar en la atmosfera a un campo eléctrico que llega a alcanzar decenas de kilovoltios.

Esta carga positiva de la que hablamos se presenta sobretodo en elementos terminados en punta, objetos metálicos u objetos con una buena conexión a tierra.

Cuando el campo eléctrico es elevado, la nube comienza a descargarse hacia tierra.

Este camino entre la nube y la tierra se denomina trazador descendente y crea una variación brusca del campo eléctrico que afecta a las cargas positivas de los elementos ubicados en el suelo.

Uno de estos elementos es el que forma el trazador ascendente, que irá a encontrarse con el trazador descendente, formando así el camino de la descarga entre la nube y tierra. Éste será el objeto en el que el rayo impactara. La carga que hay en la nube buscará el camino más directo hacia tierra, camino que, si no está controlado, puede producir numerosos daños.

Debido al impacto directo del rayo se generan sobretensiones transitorias que pueden afectar gravemente los equipos conectados a la red eléctrica de baja tensión, o incluso la propia red. Los posibles defectos del rayo son los siguientes:

- Efectos eléctricos: Las elevadas sobretensiones y el potencial a tierra que pueden dañar los equipos conectados a la red eléctrica e incluso destruirlos.
- Efectos electrodinámicos: Roturas o deformaciones en la estructura por las fuerzas generadas por el elevado campo magnético que se produce.
- Efectos térmicos: La disipación de calor por efecto Joule podría ocasionar incendios.
- Efectos sobre las personas y animales: electrocuciones y quemaduras. El paso de una corriente de una cierta intensidad durante un corto plazo de tiempo es suficiente para provocar riesgo de electrocución dando lugar a paros cardíacos o respiratorios.



Finalmente para calcular la frecuencia esperada de impacto necesitaremos el factor  $C_1$  que lo obtenemos de la siguiente tabla. Dicho parámetro se define como el coeficiente relacionado con el entorno.

Tabla 1.1 Coeficiente $C_1$	
Situación del edificio	$C_1$
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 45: Coeficiente C1

Al ser un edificio aislado el coeficiente  $C_1 = 1$   
Y por tanto la frecuencia esperada de impactos,  $N_e = 0.3741$

El riesgo admisible  $N_a$  se puede calcular como:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo:  
 $C_2$  coeficiente en función del tipo de construcción, como podemos ver en la tabla siguiente:

Tabla 1.2 Coeficiente $C_2$			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 46: Coeficiente C2

Que en nuestro caso será  $C_2 = 1$  ya que tanto la estructura como la cubierta serán de hormigón.

$C_3$  coeficiente en función del contenido del edificio, como podemos ver en la tabla siguiente:

Tabla 1.3 Coeficiente $C_3$	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 47: Coeficiente C3

Que en nuestro caso será  $C_3 = 1$  ya que el contenido del edificio no es inflamable

$C_4$  coeficiente en función del uso del edificio, como podemos ver en la tabla siguiente:

Tabla 1.4 Coeficiente $C_4$	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 48: Coeficiente C4

En nuestro caso al ser un hospital  $C_4 = 3$

C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, como podemos ver en la tabla siguiente:

Tabla 1.5 Coeficiente C <sub>5</sub>	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 48: Coeficiente C5

Al ser un hospital  $C_5 = 5$

Por lo que el riesgo admisible será:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-4}$$

Como hemos visto según el cálculo y debido a la condición del inicio del apartado tendremos que instalar un sistema de protección contra el rayo.

Tipo de instalación exigido

Ahora veremos en qué nivel de protección nos encontramos para seleccionar nuestra instalación.  
Para ello se tendrá que calcular la eficiencia requerida para una instalación de protección contra el rayo. Dicho parámetro se determina mediante la siguiente fórmula.

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,999$$

Tabla 2.1 Componentes de la instalación	
Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80^{(1)}$	4

<sup>(1)</sup> Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Tabla 49: Niveles de protección

Como podemos ver nos encontramos en el nivel de protección 1.  
Nuestro objetivo una vez instalado un sistema de protección contra el rayo será:

- Capturar el rayo.
- Conducir la corriente de rayo de forma segura a tierra.
- Disipar la corriente de rayo en tierra.
- Proteger contra los efectos secundarios del rayo.



Instalación del pararrayos

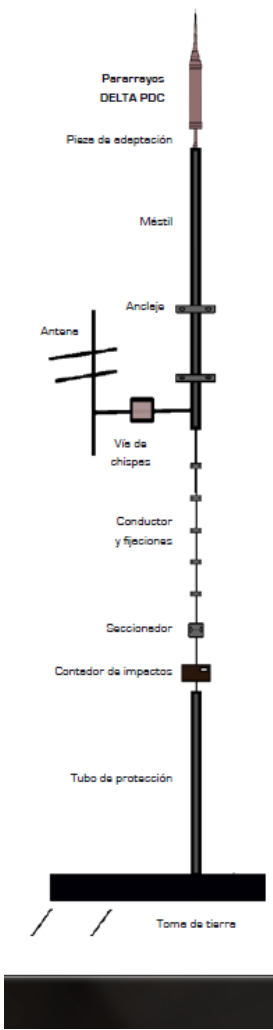


Figura 42: Partes de un pararrayos

Un pararrayos lo forman tres partes:

1-Sistemas de captación y accesorios: Son las partes que interceptan el rayo. Se usan pararrayos con dispositivo de cebado y los de puntas con malla conductora.

En los sistemas de captación hay una serie de elementos como:

- Pieza de adaptación: que permite acoplar el pararrayos al mástil
- Mástil: Elemento alargable que sirve para dar la altura necesaria al cabezal captador del pararrayos para cubrir el radio de acción de la zona a proteger.
- Anclaje: Su función es la sujeción del mástil.

2-Bajantes: Son los elementos que transportan la corriente del rayo hasta la toma de tierra. Dentro de las bajantes hay una serie de elementos como:

- Fijaciones: que fijan el conductor de bajada en todo su recorrido.
- Contador de rayos: indica los impactos de rayo recibidos.
- Vía de chispas para antena: Se conecta al mástil de la antena para asegurar la equipotencialidad entre los elementos metálicos evitando así chispas peligrosas entre el sistema de protección contra el rayo y el mástil de la antena.

3-Tomas de tierra: Su función es dispersar la corriente del rayo en tierra y dar equipotencialidad a las masas metálicas de la instalación. Los elementos que forman dicha parte son los conductores y el electrodo a tierra entre otros.

Conductores: Elementos metálicos que transportan la corriente del rayo. Se utilizan en las 3 partes (sistemas de captación, bajantes y tomas a tierra).

### Normas de instalación:

- Las antenas receptoras de radio televisión o radio como hemos visto van conectadas a través de una vía de chispas a los conductores de bajada.
- La punta del pararrayos estará puesta como mínimo dos metros por encima de la zona que protege incluyendo depósitos, antenas...
- Los cables coaxiales de las antenas tendrá un dispositivo contra las sobretensiones.
- Las partes metálicas que sobresalgan por encima del tejado deberán unirse al conductor de bajada más cercano
- Las fijaciones de los conductores de bajada se realizarán tomando como referencia tres fijaciones por metro.
- La trayectoria del conductor de bajada debe ser lo más recta posible, realizando el trayecto más corto y evitando acodamientos o remontes.
- En los acodamientos el radio de curvatura no será inferior a 20cm
- El cable de bajada se pondrá por el exterior del edificio evitando la cercanía con conductos de gas o eléctricas.
- Se realizaran revisiones periódicas en la toma a tierra. Para ello se instalara una arqueta de registro.
- En el cable bajante o en la arqueta de registro se ubicara un seccionador que desconectara la toma a tierra y realizar mediciones de su resistencia.
- La resistencia de la toma a tierra será inferior a  $10\Omega$ .
- Se aconseja unir de manera equipotencial la toma a tierra del pararrayos con el sistema general de tierras del edificio.
- Se aconseja añadir un compuesto mineral para mejorar la conductividad del terreno.
- Cada pararrayos estará unido a tierra por al menos una bajante. Aunque se pondrán dos si:

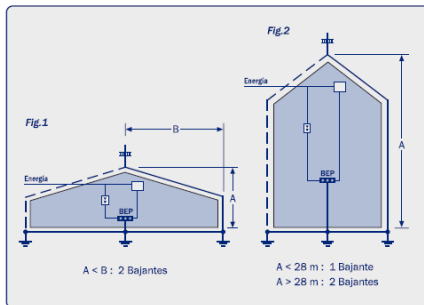


Figura 43: numero de bajantes

En este caso las bajantes se colocaran en fachadas distintas.

- Las picas de la toma a tierra se colocaran verticalmente en línea o en triangulo y espaciadas como mínimo su longitud de entrada.
- El cable que une la bajante a las picas se enterrara en una zanja de 50cm.
- Los elementos de las tomas a tierra de los pararrayos distaran al menos de 5m de toda canalización metálica o eléctrica enterrada.

Elección de pararrayos y elementos.

Como hemos calculado anteriormente estamos en un nivel de protección 1. En este nivel es donde hay más probabilidad de caída de un rayo y donde las consecuencias son peores.

RADIOS DE PROTECCIÓN EN METROS (Rp) SEGÚN CTE SU 8, UNE 21186 y NFC 17102						
CTE SU 8	UNE 21186 NFC 17102	DAT CONTROLLER® PLUS				
			AT-1515	AT-1530	AT-1545	AT-1560
		h	DC+15	DC+30	DC+45	DC+60
Nivel 4	Nivel IV	2	20	28	36	43
		4	41	57	72	85
		6	52	72	90	107
		8	54	73	91	108
		10	56	75	92	109
Nivel 3	Nivel III	2	18	25	32	39
		4	36	51	64	78
		6	46	64	81	97
		8	47	65	82	98
		10	49	66	83	99
Nivel 2	Nivel II	2	15	22	28	35
		4	30	44	57	69
		6	38	55	71	87
		8	39	56	72	87
		10	40	57	72	88
Nivel 1	Nivel I	2	13	19	25	31
		4	25	38	51	63
		6	32	48	63	79
		8	33	49	64	79
		10	34	49	64	79

h: altura del mástil y/o altura de la punta del pararrayos sobre la superficie a proteger

Tabla 50: Radios de protección fabricante pararrayos

Como podemos ver dentro de la zona 1 podríamos escoger tipos diferentes en función de la altura del pararrayos y su radio. Se elegirá el DAT CONTROLLER PLUS 60 con un radio de protección de 79m y una altura de 6m (mástil).

Con los siguientes elementos:

- Pieza de Adaptación cabezal-mástil
- Juego de anclaje para mástil
- Contador de rayos
- Tarjeta PCS: detecta y almacena picos de corriente
- Cable trenzado de cobre de 50mm<sup>2</sup> de sección.
- Abrazaderas
- Manguito
- Tubo de protección
- Arqueta de registro
- Electrodos-picas de 1,5m de longitud, el número dependerá de la resistividad del terreno.
- Compuesto mineral

Como podemos ver en el plano de pararrayos adjunto, se instalaran un total de nueve pararrayos para que protejan la totalidad del edificio.



Figura44: Condición Elección de pararrayos



Figura 45: Pararrayos Dat Controller plus 60

### 3.2 ANEXO ALUMBRADO

La iluminación en los hospitales tiene dos objetivos. Garantizar las condiciones adecuadas para la realización de las tareas correspondientes y conseguir una atmosfera en la que el paciente se sienta cómodo.

Una adecuada iluminación puede influir en el estado anímico, y combinadas con otros elementos, contribuye a mejorar el proceso de recuperación del enfermo.

Para ello debemos apoyarnos en distintas normas que iremos explicando. La normativa del código técnico de la edificación de alumbrado ofrece unos requisitos relacionados con la seguridad y el bienestar de las personas (seguridad estructural, protección contra incendios, salubridad, ahorro energético, accesibilidad...). En concreto las partes que trataremos son:

- Seguridad de utilización (SU-4): Tratará el alumbrado de emergencia que se explicara en el anexo adjunto correspondiente.
- Ahorro energético (HE-3). Los puntos que en este apartado se describen son los siguientes:

-Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

-Comprobación de la existencia del sistema de control y regulación que consigue aprovechar la luz natural.

-Verificación de la existencia de un plan de mantenimiento.

También cabe destacar que para la realización del estudio lumínico que se adjuntara en el anexo de cálculos se requerirá lo siguiente.

-Índice del local (determina el nº de puntos a considerar en el cálculo): En nuestro caso al realizarlo por aplicaciones informáticas no será necesaria ya que el programa lo hace de manera automática con el máximo número de puntos.

-Factor de mantenimiento: cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de alumbrado y la iluminancia media obtenida bajo la misma condición para la instalación considerada como nueva.

-Iluminancia media (Em): Indica el Nivel de Iluminación medio mínimo del local. Cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de Iluminación inicial superior al Em.

-Índice de deslumbramiento (UGR): Es el valor del deslumbramiento molesto directo procedentes de las luminarias de una instalación de alumbrado interior

-Índice de rendimiento de color (Ra): es una medida de la capacidad que una fuente lumínica tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos comparándolas con una fuente natural o ideal. Es una escala de 0 a 100, donde 100 es el máximo.

Estos tres últimos parámetros los encontramos en la norma UNE-12464.1. Esta norma trata de conseguir los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de alumbrado proporcionen tanto los niveles suficientes de iluminación como también la satisfacción de todos los parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los ambientes de trabajo. Tiene el objetivo de cumplir dos aspectos de la tarea visual como son el confort visual (deslumbramientos, iluminancias medias dependiendo de la tarea y el entorno...) para que los trabajadores y personas en general tengan sensación de bienestar.

Y el rendimiento de color (Ra) para mejorar las prestaciones visuales y que los trabajadores sean capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y periodos largos. Veamos la tabla de dicha norma relacionada con los hospitales donde nos indica los parámetros descritos anteriormente.

LUGAR / TAREA/ACTIVIDAD	EM(lux)	UGR	Ra	OBSERVACIONES
Cantinas y cafetería	200	22	80	
Salas de descanso	100	22	80	
Salas para ejercicio físico	300	22	80	
Vestuarios y salas de lavado	200	25	80	
Enfermería	500	19	80	
Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60	
Manipulación de paquetes y expedición	300	25	60	
Salas de máquinas	200	25	80	
Aparcamiento rampas acceso (de día)	300	25	60	Iluminancia en el suelo
Aparcamiento rampas acceso (de noche)	75	25	60	Iluminancia en el suelo
Aparcamiento calles de circulación	75	25	60	Iluminancia en el suelo
Aparcamiento área de aparcamiento	75		60	Iluminancia en el suelo
Aparcamiento caja	300	19	80	
Aulas de enseñanza	300	19	80	
Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80	
Biblioteca: estanterías	200	19	80	
Biblioteca: lectura	500	19	80	
Cocina	500	22	80	
Salas de espera	200	22	80	Iluminancia en el suelo
Pasillos circulación general durante el día	150	22	80	Iluminancia en el suelo
Pasillos circulación general durante la noche	50	22	80	Iluminancia en el suelo
Salas de día	200	22	80	
Pasillos servicio unidad funcional	150	22	80	Iluminancia en el suelo
Oficina de personal	500	19	80	Iluminancia plano de trabajo
Habitación enfermo alumbrado general	100	19	80	Iluminancia en el suelo
Habitación enfermo alumbrado lectura	300	19	80	Iluminancia plano de trabajo
Habitación enfermo alumbrado examen	300	19	80	Iluminancia plano de trabajo
Salas examen y tratamiento (curas)	1000	19	80	Iluminancia plano de trabajo
Alumbrado nocturno habitación enfermo	5		80	
Cuartos de baño pacientes	200	22	80	
Salas examen alumbrado general	500	19	80	
Salas examen alumbrado tratamiento	1000	19	100	
Salas examen ocular alumbrado general	300	19	80	
Salas examen ocular externo	1000		90	Propio equipo exploración
Salas examen ocular lectura y cromática	500	16	100	
Salas examen auditivo alumbrado general	300	19	100	
Salas examen auditivo (exploración)	1000		90	Propio equipo exploración
Salas de escáner alumbrado general	300	19	100	Regulable continuo
Salas de escáner con imágenes y tv	50	19	80	
Salas de parto alumbrado general	300	19	80	
Salas de parto examen y tratamiento	1000	19	100	Regulable continuo
Salas de tratamiento: diálisis	500	19	80	
Salas de tratamiento: dermatología	500	19	100	Regulable continuo
Salas de tratamiento: endoscopías	300	19	100	Regulable continuo
Salas de tratamiento: yesos	500	19	80	
Salas de tratamiento: baños médicos	300	19	80	

Salas de tratamiento: masaje y radioterapia	300	19	100	Regulable continuo
Salas preoperatorias y recuperación	1000	19	100	Regulable continuo
Salas de operación	1000	19	80	Regulable continuo
Quirófanos alumbrado operación	10.000		100	Regulable continuo
	100.000			
U.C.I alumbrado general	100	19	80	Iluminancia en el suelo
U.C.I exámenes simples	300	19	100	Iluminancia a nivel de cama
U.C.I examen y tratamiento	1000	19	100	Iluminancia a nivel de cama
Vigilancia nocturna	20	19	100	
Dentista alumbrado general	500	19	80	Sin deslumbramiento
Dentista en el paciente	1000		100	Propio del equipamiento
Dentista quirófano	5000		100	Propio del equipamiento
Dentista emparejado del blanco dental	5000		100	Propio del equipamiento
Laboratorios y farmacia alumbrado general	500	19	80	
Laboratorios y farmacia inspección colores	1000	19	100	Regulable
Salas de esterilización	300	22	80	
Salas de desinfección	300	22	80	
Salas de autopsias alumbrado general	500	19	80	
Mesa de autopsias y de disección	5000		90	

Tabla 51: Valores de iluminancia media en zonas de trabajo

-Valor de eficiencia energética (VEEI): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m2) por cada 100 lux. Su fórmula es la siguiente:

$$VEEI = \frac{Pot\ inst\ x\ 100}{superf\ iuminada\ (m^2)\ x\ iluminancia\ media}$$

Para cada parámetro existen unos valores mínimos que se diferencian en zonas de representación y zonas de no representación. Las primeras son lugares donde tiene más relevancia el diseño, imagen o estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación que la eficiencia energética.

En las zonas de no representación prima sobre todo el nivel de iluminación, confort visual, seguridad y ahorro energético.

		límite
1 Zonas de no representación	Administrativo en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (4)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios (2)	4,0
	Habitaciones de hospital (3)	4,5
	Zonas comunes (1)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Aparcamientos	5
	Espacios deportivos (5)	5
	Recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 Zonas de representación	Administrativo en general	6
	Estaciones de transporte (6)	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros Comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	Hostelería y restauración (8)	10
	Religioso en general	10
	Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes (1)	10
	Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Tabla 52: Valores máximos VEEI

-Temperatura de color: La “apariencia de color” de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. Los tipos son los siguientes:

Blanco Cálido  $T_c < 3.300 \text{ K}$

Blanco Neutro  $3.300 < T_c < 5.300 \text{ K}$

Blanco Frío  $T_c > 5.300$

Además de estos parámetros habrá que tener en cuenta el mobiliario, el tipo de acabado y decoración, características de la zona a iluminar, necesidad de luz, el uso de la zona a iluminar, las condiciones de la luz natural...

### Sistemas de control y regulación (HE-3)

Se deberá contar con un sistema de regulación y control. Además se prohíbe utilizar como único sistema de control el apagado y encendido de cuadros eléctricos. Siendo obligatorio instalar como mínimo un sistema de encendido y apagado manual.

Dicho sistema tendrá, al menos de detección de presencia o temporización en zonas de uso esporádico como aseos, escaleras, pasillos, aparcamientos...

En los edificios que tengan suficiente aporte de iluminación natural se instalarán un sistema de regulación en las luminarias más próximas a las ventanas. Esta regulación se realizará en función de los posibles obstáculos exteriores, superficie acristalada respecto a la superficie de la planta del edificio.

En nuestro caso las habitaciones de los hospitales quedan excluidas de los requisitos de regulación.

El código técnico además obliga a realizar un plan de mantenimiento de los parámetros lumínicos adecuados y de la eficiencia energética (periodos de reposición de las lámparas, limpieza...)

Las luminarias que emplearemos serán principalmente halógenas y fluorescentes. Aunque en las zonas de calculo que se calcularán se describirán de manera más detallada lumínicamente hablando

### Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas son lámparas incandescentes. Este tipo de lámparas tienen un ciclo regenerativo, por lo tanto, la lámpara no oscurece. Esto se produce debido a la combinación de filamento de wolframio junto con el gas halógeno que genera una reacción química que evita el oscurecimiento de la bombilla debido a que se vuelve a depositar el wolframio sobre el filamento en el interior de la bombilla y así sucesivamente.

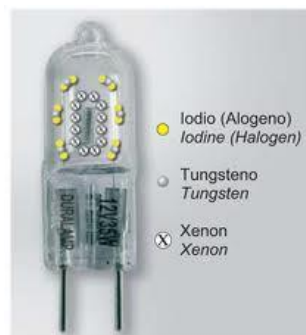


Figura 43: Partes lámpara halógena

Las lámparas halógenas además de estar formadas por filamento de wolframio y gas halógeno están formadas por un compuesto de cuarzo. El cuarzo aguanta más el calor que el vidrio, esto hace que se puedan fabricar lámparas más pequeñas con potencias superiores.

Este tipo de lámparas proporciona mayor eficiencia y una luz más blanca que las bombillas comunes, ya que, al estar expuesta a temperaturas elevadas hace que el gas se evapore y las partículas de tungsteno se depositen de nuevo sobre el filamento. Además no pierden intensidad de luz, ya que los vapores de tungsteno no oscurecen la envoltura del cristal de cuarzo. En contraprestación, debido a que el filamento se localiza cerca de la envoltura del cristal de cuarzo hace que se caliente demasiado.

### Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión. Su estructura está compuesta por un tubo de vidrio que tiene en cada extremo cápsulas metálicas con dos clavijas de contacto y en su interior "fósforos" (normalmente no contienen el elemento químico fósforo. Son sustancias químicas compuestas llamadas así). Además en el tubo hay vapor de mercurio y gas inerte. Estas sustancias proporcionan luz cuando reciben radiación ultravioleta.

En cada lado del tubo hay un filamento de tungsteno, y al calentarse contribuye a la ionización de los gases.

- Estructura de una lámpara fluorescente:

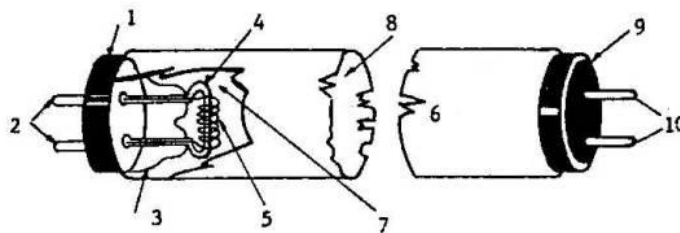


Figura 47: Partes lámpara fluorescente

- |                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Casquillo Metálico    | 6.- Tubo de cristal               |
| 2.- Clavijas              | 7.- Gas Argón y Vapor de Mercurio |
| 3.- Cristal moldeado      | 8.- Revestimiento de fósforo      |
| 4.- Alambre de protección | 9.- Aislamiento                   |
| 5.- Filamento o Electrodo | 10.- Clavijas                     |

Funcionamiento: cuando se cierra el interruptor, la corriente pasa a través de los filamentos y el arrancador (es un accesorio auxiliar que sirve para cerrar el circuito de calefacción de los filamentos del tubo fluorescente). Los filamentos se calientan y emiten electrones. El mercurio se vaporiza llenando el tubo. Los electrones chocan contra el revestimiento fosforado en el interior del tubo lo que hace que se produzca una luz brillante haciendo que la lámpara se ilumine.



### 3.3 ANEXO ALUMBRADO DE EMERGENCIA

#### ALUMBRADOS ESPECIALES

Cuando falte el alumbrado general las instalaciones especiales tienen la función de garantizar la iluminación en sitios como locales y accesos hasta llegar a las salidas y así poder evacuar a las personas. Pueden ser alumbrados de emergencia, señalización y reemplazamiento.

##### Alumbrado de emergencia

La función del alumbrado de emergencia es garantizar la evacuación segura del público hacia la salida. No se puede alimentar por ninguna fuente de suministro exterior (a excepción de cuando esté formada por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos), únicamente se alimenta por fuentes propias de energía.

Para que el alumbrado de emergencia tenga una iluminación correcta deberá funcionar como poco una hora. Se activará de forma automática cuando no funcionen los alumbrados generales o en el caso de que la tensión baje a menos del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia debe situarse en las salidas de los locales o dependencias y siempre en un lugar visible. Si se da el caso en el que hay un cuadro principal de distribución, en el lugar donde se instale, habrá alumbrado de emergencia.

Tendrán alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro.
- Aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 metros cuadrados.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios.
- Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- Las señales de seguridad.

Las luminarias se posicionaran siguiendo estos criterios:

- Se situaran al menos a 2m por encima del nivel del suelo
- Se instalaran una en cada puerta de salida y en lugares en donde sea necesario destacar un peligro o de localizar un equipo de seguridad.
- Como mínimo se instalaran: en puertas existentes de los recorridos de circulación, en las escaleras, en cambios de nivel, cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Además la instalación será fija y dispondrá de fuente propia de energía. Entrará en funcionamiento automáticamente al haber un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal.

El alumbrado de emergencias destinado para vías de evacuación deberá alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido a los 5 segundos y el 100% a los 60 segundos

Este alumbrado cumplirá unas condiciones de servicio determinadas durante una hora:

- La iluminancia horizontal será como mínimo de 1 lux en las vías de evacuación cuya anchura no pase de 2m en el eje central y 0,5 lux en los laterales de mismo eje.
- En los lugares donde se ubiquen equipos de seguridad, equipos de seguridad, instalaciones contra incendio, cuadros de distribución... la iluminancia horizontal será como mínimo de 0,5 lux.
- La relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1 a lo largo de una línea central de una vía de evacuación.
- El valor mínimo del índice cromático Ra de las lámparas será 40 con el objeto de identificar los colores de seguridad de las señales.
- Para obtener los niveles de iluminación se considerara nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y se contemplara un factor de mantenimiento que refleje la reducción de rendimiento de luminarias por suciedad o envejecimiento.

Se distinguen diferentes tipos que explicaremos a continuación:

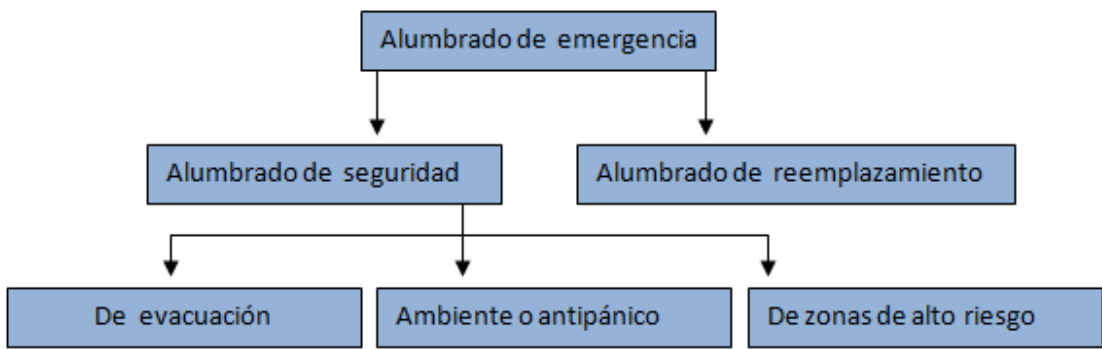


Tabla 53: Tipos de alumbrado de emergencia

**Alumbrado de reemplazamiento**

El alumbrado de reemplazamiento proporciona la continuación del alumbrado completo a partir de un mínimo de dos horas. Se alimenta por fuentes propias de energía. No se podrá alimentar por suministro exterior, excepto en el caso de que las fuentes propias de energía se encuentren formadas por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

En los lugares de hospitalización, la iluminancia mínima prescrita se entiende horizontal, y se medirá a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales. En salas de intervención, de tratamiento intensivo, salas de curas, paritorios y urgencias, este alumbrado de reemplazamiento debe dar un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal, durante dos horas como mínimo.

**Alumbrado de seguridad**

Es el alumbrado de emergencia que está preparado para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona. Este alumbrado entra en funcionamiento de forma automática cuando fallé el alumbrado general o cuando la tensión baje a menos del 70% de su valor nominal. Su instalación será fija y con fuentes propias de energía. Sólo necesitará suministro exterior para su carga cuando su fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores. Existen los siguientes tipos:

- Alumbrado de evacuación. Señalización:

El alumbrado de evacuación se coloca en todas las vías de evacuación ya que tienen que estar siempre señalizadas e iluminadas y en todos los puntos donde haya un equipo manual de protección contra incendios.

El origen de evacuación es cualquier lugar ocupable de un edificio. El recorrido de evacuación conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta. Este recorrido se mide por el eje y no se cuentan ni los ascensores, escaleras mecánicas y en otros recorridos en los que haya obstáculos que impidan el paso. La iluminación de evacuación puede hacerse con alumbrado normal o con alumbrado de emergencia de evacuación

Este alumbrado sirve para indicar de una forma permanente la localización de pasillos, escaleras, puertas y salida de los locales durante todo el tiempo en que se encuentre abierto al público.

Dicho alumbrado se alimenta por dos suministros (ya sean normal, complementario o procedente de la fuente propia de energía). Proporciona una iluminación de 1 lux mínimo.

Se instalarán donde se indique y siempre en las salidas de los locales o de cualquier dependencia. También deberá instalarse en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si en estos lugares además se encuentra un alumbrado de emergencia, los puntos de luz de los dos alumbrados podrán ser los mismos.

La alimentación del alumbrado tiene que pasar automáticamente al segundo suministro cuando el alumbrado de señalización falle o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1998. Según los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “salida”, excepto en edificios cuando se trate de salidas de superficie inferior a 50 metros cuadrados, o sean fácilmente visibles.
- La señal de “salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia
- Debe haber señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde el origen de evacuación donde no se perciban las salidas y en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de evacuación donde se produzca confusión, también habrá señales para que quede claramente indicada la alternativa correcta.
- Junto a las puertas que no sean salida y que puedan provocar equivocaciones en la evacuación, debe de haber una señal con el rótulo “sin salida” puesta en un lugar de fácil visión pero nunca sobre las hojas de las puertas.



Figura 48: Señal



Figura 49: Señal



Figura 50: Señal



Figura 51: Señal



Figura 52: Señal

Todas las señales tienen que ser visibles incluso cuando falle el alumbrado general.

-Deben señalizarse los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio...)

La iluminación de las señales de evacuación indicativas (salidas, señales de los equipos manuales de protección contra incendio, primeros auxilios...) tienen que cumplir:

-La iluminancia del área de la señal sea al menos de  $2cd/m^2$  en todas las direcciones de visión.

-Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia a los 5 segundos y al 100% al cabo de los 60 segundos.

- Alumbrado de ambiente o antipánico:

Debe ser suficientemente visible en todo el recinto para poder localizarlo y llegar hasta el camino de evacuación.

La misma luminaria puede cumplir con los requisitos de iluminación de alumbrado de evacuación y ambiente, pero deben ponerse al menos dos metros por encima del suelo.

- Zonas de alto riesgo:

En el proyecto de la instalación se debe poner de forma clara este tipo de zonas para asegurar la prevención de riesgos laborales. Sólo se instalará alumbrado de seguridad para aquellas zonas que presenten un riesgo alto.

Ejemplos de emergencias:



Figura 53: Legrand Emergencia serie C-3

Característica de la luminaria:

- Fabricada según UNE-EN-2-22 y UNE 20392
- Lámpara TL6W
- Grado de protección: IP 42 IK 04
- Aislamiento eléctrico: Clase II
- Baterías de Ni-Cd de alta temperatura
- Tiempo de carga 24h
- Autonomía 3h
- Testigo de cargas: 2 Leds
- Lúmenes: 150lm
- Material envolvente autoextinguible
- Instalación empotrada o en superficie.

## 4 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### 4.1 CALCULOS DE LINEAS

Datos Línea Alta Tensión	Pcc1 (MVA)	U2 (V)	cos α	sen α	R L.A.T. (Ω)	X L.A.T. (Ω)	Z L.A.T. (Ω)																							
	500	420	0,15	0,99	0,00005292	0,000349272	0,0003528																							
Transformador	Pt (KVA)	Vcc (%)	Vc (V)	Y2 (V)	R Trafo (Ω)	X Trafo (Ω)	Z Trafo (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)																				
	1600	6	16000	420	0,00115542	0,006871335	0,0069678	2,54126494	15,11301705	235,35																				
Línea al CGBT-3 Un Trafo	P. Inst (VA)	Y2 (V)	P. Adm (VA)	I Inst (A)	F Cor	I adm calc (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec(mm2)	L (m)	cos φ	C Sim	Ic2 P. Carga (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)											Icc (A)	t
	1600000	420	1529633,333	2199,429597	0,8256	1735,989546	2902	5	300	12	0,95	1	2199,429597	0,0694	0,12	0,00132198	0,0071593	0,00728036											33307	41,5234
																				Σer2(V)	Σex2(V)	Vcc(V)	e2(%)							
3 Trafos en Paralelo				6598,288791							0,95	1	6598,288791			0,476	2,6194	2,6623	3,14079	17,28356	234,11	0	91,08181							

Línea	P.Inst (KVA)	Y2 (V)	P.Adm (KVA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec (mm2)	L(m)	cos φ	C Sim	Ic2 P. Carga (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
Línea al CGD-3.A	674,75	420	817,35	927,5407003	0,8256	927,615151	1092	3	150	60	0,95	0,48	445,2195362	0,1388	0,12	0,0032519	0,0050194	0,005980738	4,58859	19,51829	232,033	0,887035	40544,67911	2,52196
Línea al CGD-3.B	434,25	420	606,29	596,938939	0,8256	688,0819599	728	2	150	60	0,95	0,42	250,7143544	0,1388	0,12	0,0046399	0,0062194	0,007759485	4,30407	18,84285	232,515	0,68149	31250,41304	1,88674
Línea al CGD-3.-(2).CAF	151	420	151	207,5711682	0,8256	171,3707565	271	1	95	150	0,85	0,7	145,2998177	0,21915789	0,12	0,033349584	0,0206194	0,039209111	7,98647	20,27955	225,016	3,88463	6184,458252	4,83087
Línea al CGD-3.-(1).EST	488	420	488	670,8260271	0,8256	553,8339679	836	2	185	125	0,85	0,4	268,3304108	0,11254054	0,12	0,007509684	0,0101194	0,012601492	5,15586	19,9989	227,57	2,793748	19242,73001	7,56923
Línea a LA TE-AA.3.-(1).47	110	420	110	151,2107848	0,8256	124,8396239	221	1	70	176	0,85	0,75	113,4080886	0,29742857	0,12	0,052823329	0,0237394	0,057912547	9,13138	19,9758	224,203	4,231969	4187,125652	5,72197
Línea a LA TE-AA.3.-(1).48	175	420	175	240,5626122	0,8256	198,6084926	315	1	120	167	0,85	0,75	180,4219591	0,1735	0,12	0,0294504	0,0226594	0,037158774	8,45428	21,37181	224,043	4,300256	6525,702773	6,92292
Línea al CGD-3.3.AS	154	420	154	211,6950987	0,8256	174,7754735	315	1	120	75	0,85	0,7	148,1865691	0,1735	0,12	0,0134884	0,0116194	0,017803016	5,13959	19,0054	228,107	2,564285	13620,56341	1,58911
Línea al CGD-APA.1	196,1	420	280,74	269,56759	0,8256	318,6134184	315	1	120	36	0,95	0,8	215,654072	0,1735	0,12	0,0067219	0,0069394	0,009661222	4,59039	18,78007	232,262	0,789301	25099,01037	0,46798
Línea al CGD-3.A	481,95	420	615,71	662,5094339	0,8256	698,7727713	728	2	185	101	0,95	0,42	278,2539622	0,11254054	0,12	0,006159197	0,0086794	0,01064273	4,85461	19,69864	231,724	1,019034	22784,29685	5,399
Línea al CGD-3.B	424,87	420	580,81	584,044783	0,8256	659,1645634	728	2	120	101	0,95	0,42	245,2988089	0,1735	0,12	0,00923765	0,0086794	0,012675416	5,40677	19,4126	231,289	1,204947	19130,50584	3,22219
Línea al CGD-3.-(2).RX.A	300	420	300	412,3930494	0,8256	340,4717016	495	1	240	124	0,85	0,3	123,7179148	0,08675	0,12	0,0112329	0,0174994	0,020794399	4,5305	19,44855	228,391	2,442855	11661,17421	8,672
Línea al CGD-3.-(2).RX.B	300	420	300	412,3930494	0,8256	340,4717016	495	1	240	124	0,85	0,3	123,7179148	0,08675	0,12	0,0112329	0,0174994	0,020794399	4,5305	19,44855	228,391	2,442855	11661,17421	8,672
Línea al CGD-HELIPUERTO	10	420	10	13,74643498	0,8256	11,34905672	104	1	25	375	0,85	1	13,74643498	0,8328	0,08	0,3127759	0,0326194	0,314472239	7,44034	17,73196	226,822	3,113094	771,0922723	21,5203

# Complejo Hospitalario

LINEA AL CGD-3.A	P.Inst (KVA)	Y2 (Y)	P.Adm (KVA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec (mm2)	L(m)	cos φ	C Sim	IC2 P. Carga (A)	R φ (KΩ)	X φ (KΩ)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc (A)	t (s)
LINEA AL CS-3(-2).2	75,9	420	86,48	104,3354415	0,816	97,00540249	111	1	25	51	0,95	0,68	70,94810022	0,8328	0,12	0,0457247	0,012100738	0,047298796	7,83268	18,14208	229,381	2,019902	5126,707995	0,48684
LINEA AL CS-3(-2).3	65,45	420	83,39	89,97041695	0,816	93,53932138	111	1	25	79	0,95	0,68	61,17988353	0,8328	0,12	0,0690431	0,015460738	0,070752979	8,81264	18,22944	228,423	2,429217	3427,235366	1,08937
LINEA AL CS-3.0.2	76,35	420	90,61	104,9540311	0,816	101,638061	140	1	35	61	0,95	0,68	71,36874113	0,59485714	0,12	0,039538186	0,013300738	0,041715438	7,41039	18,23281	229,754	1,860641	5812,88666	0,74222
LINEA AL CS-3.1.1	76,35	420	90,61	104,9540311	0,816	101,638061	140	1	35	64	0,95	0,68	71,36874113	0,59485714	0,12	0,041322757	0,013660738	0,043522247	7,53775	18,25851	229,625	1,915751	5571,566888	0,80791
LINEA AL CS-3.1.2	36,85	420	51,11	50,6556129	0,816	57,33055182	111	1	25	55	0,95	0,68	34,44581677	0,8328	0,12	0,0490559	0,012580738	0,050643423	6,27837	17,71691	230,991	1,332467	4788,126441	0,55812
LINEA AL CS-3.2.1	76,35	420	90,61	104,9540311	0,816	101,638061	140	1	35	68	0,95	0,68	71,36874113	0,59485714	0,12	0,043702186	0,014140738	0,045933011	7,70756	18,29276	229,453	1,98923	5279,146891	0,89989
LINEA AL CS-3.2.3	41,15	420	55,41	56,56657995	0,816	62,15390092	111	1	25	73	0,95	0,68	38,46527436	0,8328	0,12	0,0640463	0,014740738	0,065720757	7,05215	17,85056	230,214	1,66429	3689,65794	0,93992
LINEA AL CS-3.2.4	41,15	420	55,41	56,56657995	0,816	62,15390092	111	1	25	73	0,95	0,68	38,46527436	0,8328	0,12	0,0640463	0,014740738	0,065720757	7,05215	17,85056	230,214	1,66429	3689,65794	0,93992
LINEA AL CS-3.2.5	25,85	420	40,11	35,53453443	0,816	44,99175178	111	1	25	69	0,95	0,68	24,16348341	0,8328	0,12	0,0607151	0,014260738	0,062367396	6,05568	17,62815	231,23	1,230265	3888,04296	0,84645
LINEA AL CS-3.2.AS	83	420	83	114,0954103	0,816	93,10185484	221	1	70	98	0,85	0,8	91,27632827	0,29742857	0,12	0,0323999	0,017740738	0,036938967	7,54594	18,90287	226,115	3,414907	6564,53415	2,32793
LINEA AL CS-3.3.1	76,35	420	90,61	104,9540311	0,816	101,638061	140	1	35	71	0,95	0,68	71,36874113	0,59485714	0,12	0,045486757	0,014500738	0,047742188	7,83493	18,31846	229,324	2,04434	5079,095132	0,97218
LINEA AL CGD-3.B																								
LINEA AL CS-3(-2).1	35,05	420	76,91	48,18125461	0,816	86,27064645	104	1	25	10	0,95	0,6	28,90875276	0,8328	0,08	0,0129679	0,0070194	0,014745793	4,67896	17,48648	232,582	0,652707	16444,49475	0,04732
LINEA AL CS-3(-2).4	14,7	420	28,5	20,20725942	0,816	31,96870919	104	1	25	91	0,95	0,6	12,12435565	0,8328	0,08	0,0804247	0,0134994	0,081549777	5,27917	17,44723	232,024	0,891033	2973,485903	1,4472
LINEA AL CS-3(-2).5	81,1	420	89,38	111,4835877	0,816	100,2583589	129	1	35	91	0,95	0,6	66,89015262	0,59485714	0,08	0,0587719	0,0134994	0,060302322	8,23534	18,18653	228,985	2,189227	4021,190317	1,55099
LINEA AL CS-3(-1).1	25,8	420	36,38	35,46580225	0,816	40,80777686	104	1	25	16	0,95	0,6	21,27948135	0,8328	0,08	0,0179647	0,0074994	0,019467189	4,68635	17,44314	232,588	0,649926	12456,19557	0,08247
LINEA AL CS-3(-1).2	33,2	420	51,14	45,63816414	0,816	57,36420309	104	1	25	81	0,95	0,6	27,38289848	0,8328	0,08	0,0720967	0,0126994	0,073206618	6,27829	17,6313	231,017	1,321019	3312,366011	1,16623
LINEA AL CS-3.0.1	49,6	420	66,16	68,1823175	0,816	74,21227369	129	1	35	166	0,95	0,6	40,9093905	0,59485714	0,08	0,103386186	0,0194994	0,105208982	8,53354	18,08127	228,734	2,296196	2304,813784	4,72113
LINEA AL CS-3.0.3	43,95	420	61,89	60,41558174	0,816	69,42257585	104	1	25	54	0,95	0,6	36,24934904	0,8328	0,08	0,0496111	0,0105394	0,050718243	4,93916	17,6656	232,279	0,782183	4781,06294	0,55977
LINEA AL CS-3.0.4	36,45	420	54,39	50,1057555	0,816	61,00975765	104	1	25	67	0,95	0,6	30,0634533	0,8328	0,08	0,0604375	0,0115794	0,061536769	6,12103	17,63167	231,167	1,257255	3940,523981	0,82405
LINEA AL CS-3.1.3	33,85	420	48,11	46,53168241	0,816	53,96542453	104	1	25	100	0,95	0,6	27,91900945	0,8328	0,08	0,0879199	0,0142194	0,089062339	6,75871	17,68055	230,546	1,522538	2722,667257	1,72613
LINEA AL CS-3.2.2	34	420	44,58	46,73787893	0,816	50,00579143	104	1	25	25	0,95	0,6	28,04272736	0,8328	0,08	0,0254599	0,0082194	0,026753786	5,01804	17,51405	232,251	0,79398	9063,656135	0,15576
LINEA AL CS-3.3.2	46,55	420	48,85	63,98965484	0,816	54,79548926	104	1	25	33	0,95	0,6	38,3937929	0,8328	0,08	0,0321223	0,0088594	0,033321631	5,53737	17,6237	231,724	1,019346	7277,168079	0,24162
LINEA AL CGD-3(-1).EST																								
LINEA A CIRCUITO I	10	420	10	13,74643498	0,816	11,21709094	44,1	1	6	25	0,85	1	13,74643498	3,47	0,08	0,094259684	0,0121194	0,095035614	6,4516	17,45016	227,811	2,690694	2551,539407	0,11321
LINEA A CIRCUITO II	10	420	10	13,74643498	0,816	11,21709094	44,1	1	6	27	0,85	1	13,74643498	3,47	0,08	0,101199684	0,0122794	0,101941943	6,547	17,45236	227,729	2,725827	2378,678558	0,13026
LINEA A CIRCUITO III	18	420	18	24,74358297	0,816	20,1907637	61,2	1	10	33	0,85	1	24,74358297	2,082	0,08	0,076215684	0,0127594	0,07727634	7,04171	17,59927	227,231	2,938504	3137,32181	0,20792
LINEA A CIRCUITO IV	150	420	150	206,1965247	0,816	168,2563642	271	1	95	11	0,85	1	206,1965247	0,21915789	0,12	0,009920421	0,0114394	0,015141817	7,20142	19,64232	226,019	3,456208	16014,40008	0,72046
LINEA A CIRCUITO V	150	420	150	206,1965247	0,816	168,2563642	271	1	95	13	0,85	1	206,1965247	0,21915789	0,12	0,010358736	0,0116794	0,015611272	7,2918	19,69181	225,916	3,500158	15532,82254	0,76582
LINEA A CIRCUITO VI	150	420	150	206,1965247	0,816	168,2563642	271	1	95	15	0,85	1	206,1965247	0,21915789	0,12	0,010797052	0,0119194	0,016082551	7,38218	19,7413	225,813	3,544108	15077,65277	0,81276

# Complejo Hospitalario

LINEA AL CGD-3.3.AS	P.Inst (KYA)	Y2 (Y)	P.Adm (KYA)	I Inst (A)	F Cor	I cale (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec (mm2)	L(m)	ccs	C Sim	le2 P. Carga (A)	R ρ (K/m)	X ρ (K/m)	R Tot ρ	X Tot ρ	Z Tot ρ	eB (Y)	eX (Y)	Ye (Y)	e2 (Z)	lee (A)	t (s)
LINEA A LA TE-3.3.AS.1	13	420	13	17,87036547	0,816	14,58221823	61,2	1	10	110	0,85	1	17,87036547	2,082	0,08	0,2425084	0,0204194	0,243366547	9,4733	17,64846	225,138	3,832427	996,3863831	2,06218
LINEA A LA TE-3.3.AS.2	13	420	13	17,87036547	0,816	14,58221823	61,2	1	10	108	0,85	1	17,87036547	2,082	0,08	0,2383444	0,0202594	0,23920388	9,39889	17,6456	225,203	3,804766	1013,725667	1,99224
LINEA A LA TE-3.3.AS.12	22	420	22	30,24215696	0,816	24,67760008	81,6	1	16	36	0,85	1	30,24215696	1,30125	0,08	0,0603334	0,0144994	0,062051203	6,9642	17,72205	227,232	2,937988	3907,855167	0,3432
LINEA A LA TE-3.3.AS.13	22	420	22	30,24215696	0,816	24,67760008	81,6	1	16	33	0,85	1	30,24215696	1,30125	0,08	0,05642965	0,0142594	0,058203401	6,84614	17,71479	227,336	2,893491	4166,201784	0,30195
LINEA A LA TE-3.3.AS.14	22	420	22	30,24215696	0,816	24,67760008	81,6	1	16	29	0,85	1	30,24215696	1,30125	0,08	0,05122465	0,0139394	0,053087396	6,68873	17,70512	227,475	2,834161	4567,696482	0,2512
LINEA A LA TE-3.3.AS.15	22	420	22	30,24215696	0,816	24,67760008	81,6	1	16	26	0,85	1	30,24215696	1,30125	0,08	0,0473209	0,0136994	0,049263994	6,57067	17,69786	227,579	2,789664	4922,197568	0,21632
LINEA A LA TE-3.3.AS.16	22	420	22	30,24215696	0,816	24,67760008	81,6	1	16	22	0,85	1	30,24215696	1,30125	0,08	0,0421159	0,0133794	0,044190014	6,41326	17,68818	227,718	2,730334	5487,373473	0,17406
LINEA A LA TE-3.3.AS.17	9	420	9	12,37179148	0,816	10,09538185	61,2	1	10	29	0,85	1	12,37179148	2,082	0,08	0,0738664	0,0139394	0,075170153	6,05344	17,45601	228,146	2,547452	3225,84301	0,19674
LINEA A LA TE-3.3.AS.18	9	420	9	12,37179148	0,816	10,09538185	61,2	1	10	33	0,85	1	12,37179148	2,082	0,08	0,0821944	0,0142594	0,083422119	6,15648	17,45997	228,056	2,585752	2906,748438	0,24231
Linea al CGD-APA.1																								
LINEA AL CS-APA.1.1	30,55	420	41,13	41,99535887	0,816	46,13589505	104	1	25	26	0,95	0,8	33,59628709	0,8328	0,08	0,0283747	0,0090194	0,029773699	5,54368	17,58658	231,729	1,016951	8144,339396	0,19291
LINEA AL CS-APA.1.2	29,45	420	40,03	40,48325102	0,816	44,90201505	104	1	25	97	0,95	0,8	32,38660081	0,8328	0,08	0,0875035	0,0146994	0,08872956	7,42433	17,75962	229,889	1,803187	2732,878561	1,71325
LINEA AL CS-APA.1.3	15,05	420	25,63	20,68838465	0,816	28,74940409	104	1	25	188	0,95	0,8	16,55070772	0,8328	0,08	0,1632883	0,0219794	0,164760927	7,29293	17,64733	230,048	1,734888	1471,751331	5,90735
LINEA AL CS-APA.1.4	18,65	420	29,23	25,63710124	0,816	32,78755683	104	1	25	224	0,95	0,8	20,50968099	0,8328	0,08	0,1932691	0,0248594	0,194861322	8,55428	17,79342	228,805	2,266218	1244,408642	8,26296
LINEA AL CS-APA.1.5	25,3	420	35,88	34,7784805	0,816	40,24692231	104	1	25	142	0,95	0,8	27,8227844	0,8328	0,08	0,1249795	0,0182994	0,126312088	8,06767	17,7927	229,267	2,06866	1919,745907	3,47195
LINEA AL CS-APA.1.6	23,9	420	34,48	32,8539796	0,816	38,67652958	104	1	25	73	0,95	0,8	26,28318368	0,8328	0,08	0,0675163	0,0127794	0,068715092	6,36493	17,61944	230,939	1,354595	3528,877092	1,02752
LINEA AL CS-APA.1.7	26,6	420	37,18	36,56551705	0,816	41,70514413	104	1	25	141	0,95	0,8	29,25241364	0,8328	0,08	0,1241467	0,0182194	0,12547649	8,22198	17,81652	229,113	2,134456	1932,530247	3,42617
LINEA AL CS-APA.1.8	26,6	420	37,18	36,56551705	0,816	41,70514413	104	1	25	78	0,95	0,8	29,25241364	0,8328	0,08	0,0716803	0,0131794	0,072881836	6,68721	17,66909	230,617	1,491995	3327,126853	1,15591
LINEA AL CGD-9.A																								
LINEA AL CS-9(-2).1	64,1	420	74,68	88,11464823	0,816	83,76923517	111	1	25	68	0,95	0,6	52,86878894	0,8328	0,12	0,062789597	0,0168394	0,065008453	8,17422	18,17384	229,047	2,162732	3730,085905	0,91965
LINEA AL CS-9(-2).4	77,4	420	95,34	106,3974068	0,816	106,9437451	140	1	35	46	0,95	0,6	63,83844405	0,59485714	0,12	0,033522626	0,0141994	0,036405898	6,99464	18,19003	230,162	1,686228	6660,654639	0,56531
LINEA AL CS-9.0.4	47,85	420	64,41	65,77669138	0,816	72,24928277	111	1	25	100	0,95	0,6	39,46601483	0,8328	0,12	0,089439197	0,0206794	0,091798734	8,38442	18,09969	228,87	2,238139	2641,508243	1,83382
LINEA AL CS-9.0.5	44,15	420	62,09	60,69051044	0,816	69,64691767	111	1	25	61	0,95	0,6	36,41430626	0,8328	0,12	0,056959997	0,0159994	0,059164365	6,92877	17,86616	230,326	1,616301	4098,533177	0,76174
LINEA AL CS-9.1.2	71,7	420	85,96	98,56193881	0,816	96,42211376	140	1	35	59	0,95	0,6	59,13716329	0,59485714	0,12	0,041255769	0,0157594	0,044163301	7,29436	18,21552	229,87	1,811251	5490,692689	0,83189
LINEA AL CS-9.2.1	35,6	420	46,18	48,93730853	0,816	51,80052598	111	1	25	39	0,95	0,6	29,36238512	0,8328	0,12	0,038638397	0,0133594	0,040882751	5,98912	17,67582	231,278	1,209614	5931,281732	0,36372
LINEA AL CS-9.2.2	35,6	420	46,18	48,93730853	0,816	51,80052598	111	1	25	52	0,95	0,6	29,36238512	0,8328	0,12	0,049464797	0,0149194	0,051665798	6,30701	17,72163	230,962	1,34472	4693,377885	0,58089
LINEA AL CS-9.2.3	37,6	420	48,18	51,68659553	0,816	54,04394417	111	1	25	82	0,95	0,6	31,01195732	0,8328	0,12	0,074448797	0,0185194	0,076717609	7,16341	17,85788	230,106	1,710413	3160,775145	1,28078
LINEA AL CS-9.2.4	35,6	420	46,18	48,93730853	0,816	51,80052598	111	1	25	95	0,95	0,6	29,36238512	0,8328	0,12	0,085275197	0,0200794	0,087607315	7,35849	17,87314	229,916	1,79161	2767,886609	1,67019
LINEA AL CS-9.2.6	32,35	420	46,51	44,46971716	0,816	52,17068998	111	1	25	58	0,95	0,6	26,6818303	0,8328	0,12	0,054461597	0,0156394	0,056662654	6,30774	17,70085	230,968	1,342245	4279,48735	0,69868



# Complejo Hospitalario

LINEA AL CGD-9.B	P.Inst (KVA)	Y2 (Y)	P.Adm (KVA)	I Inst (A)	F Cor	I calc (A)	I adm (A)	N° Cond	Sec (mm2)	L(m)	cos φ	C Sim	Ic2 P. Carga (A)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	R Tot (Ω)	X Tot (Ω)	Z Tot (Ω)	eR (V)	eX (V)	Ye (V)	e2 (Z)	Icc (A)	t (s)
LINEA AL CS-9(-2).2	39,4	420	46,3	54,16095382	0,816	51,93513107	129	1	35	146	0,95	0,6	32,49657229	0,59485714	0,08	0,096086793	0,0203594	0,098220043	8,52926	17,94517	228,781	2,276307	2468,814965	4,11472
LINEA AL CS-9(-2).3	59,6	420	77,54	81,92875249	0,816	86,97732318	104	1	25	81	0,95	0,6	49,15725149	0,8328	0,08	0,07669445	0,0151594	0,078178297	9,17686	18,02875	228,14	2,550245	3101,719063	1,33002
LINEA AL CS-9(-1).1	64,5	420	66,8	88,66450563	0,816	74,93016751	104	1	25	57	0,95	0,6	53,19870338	0,8328	0,08	0,05670725	0,0132394	0,058232241	8,42352	17,98788	228,868	2,239095	4164,138424	0,73792
LINEA AL CS-9(-1).2	43,4	420	62,72	59,65952782	0,816	70,3535944	104	1	25	96	0,95	0,6	35,79571669	0,8328	0,08	0,08918645	0,0163594	0,090674433	8,59926	17,86915	228,738	2,294574	2674,26114	1,78918
LINEA AL CS-9(-1).3	35,75	420	43,11	49,14350506	0,816	48,35687906	104	1	25	57	0,95	0,6	29,48610303	0,8328	0,08	0,05670725	0,0132394	0,058232241	7,07885	17,67394	230,244	1,651563	4164,138424	0,73792
LINEA AL CS-9.0.1	34,05	420	50,61	46,80661111	0,816	56,76969727	104	1	25	16	0,95	0,6	28,08396667	0,8328	0,08	0,02256245	0,0099594	0,024662802	6,04041	17,56326	231,265	1,215414	9832,099122	0,13236
LINEA AL CS-9.0.2	38,52	420	56,46	52,95126755	0,816	63,33169547	104	1	25	100	0,95	0,6	31,77076053	0,8328	0,08	0,09251765	0,0166794	0,094009138	8,34613	17,81347	228,996	2,184427	2579,3994	1,9232
LINEA AL CS-9.0.3	30,65	420	48,59	42,13282322	0,816	54,5038449	104	1	25	67	0,95	0,6	25,27969393	0,8328	0,08	0,06503525	0,0140394	0,066533364	7,05084	17,63847	230,281	1,635469	3644,59422	0,9633
LINEA AL CS-9.1.1	28,15	420	42,41	38,69621447	0,816	47,57168269	104	1	25	20	0,95	0,6	23,21772868	0,8328	0,08	0,02589365	0,0102794	0,027859418	6,00796	17,52222	231,308	1,196772	8703,95471	0,1689
LINEA AL CS-9.1.3	29,8	420	44,06	40,96437624	0,816	49,4225027	104	1	25	100	0,95	0,6	24,57862575	0,8328	0,08	0,09251765	0,0166794	0,094009138	7,68073	17,69351	229,666	1,898413	2579,3994	1,9232
LINEA AL CS-9.2.5	21,05	420	42,21	28,93624563	0,816	47,34734088	104	1	25	103	0,95	0,6	17,36174738	0,8328	0,08	0,09501605	0,0169194	0,096510703	7,05641	17,57731	230,295	1,629573	2512,541146	2,02691
LINEA AL CGD-9(-2).RX.A																								
LINEA A LA TE-9(-2).RX.1	80	420	80	109,9714798	0,816	89,73672755	157	1	50	33	0,85	1	109,9714798	0,4164	0,08	0,0249741	0,0201394	0,032082723	7,27694	19,49832	226,03	3,451223	7558,183714	0,89596
LINEA A LA TE-9(-2).RX.3	80	420	80	109,9714798	0,816	89,73672755	157	1	50	57	0,85	1	109,9714798	0,4164	0,08	0,0349677	0,0220594	0,041344373	8,37595	19,70946	224,985	3,89776	5865,057225	1,48791
LINEA A LA TE-9(-2).RX.5	80	420	80	109,9714798	0,816	89,73672755	157	1	50	71	0,85	1	109,9714798	0,4164	0,08	0,0407973	0,0231794	0,046922322	9,01704	19,83263	224,375	4,158239	5167,841326	1,91647
LINEA A LA TE-9(-2).RX.7	20	420	20	27,49286996	0,816	22,43418189	61,2	1	10	100	0,85	1	27,49286996	2,082	0,08	0,2194329	0,0254994	0,220909522	10,5633	17,98461	224,034	4,303833	1097,676146	1,69916
LINEA A LA TE-9(-2).RX.9	20	420	20	27,49286996	0,816	22,43418189	61,2	1	10	105	0,85	1	27,49286996	2,082	0,08	0,2298429	0,0258994	0,231297509	10,8495	17,99561	223,785	4,410221	1048,377539	1,86271
LINEA A LA TE-9(-2).RX.11	20	420	20	27,49286996	0,816	22,43418189	61,2	1	10	88	0,85	1	27,49286996	2,082	0,08	0,1944489	0,0245394	0,195991216	9,87645	17,95822	224,632	4,048503	1237,234595	1,33745
LINEA AL CGD-9(-2).RX.B																								
LINEA A LA TE-9(-2).RX.2	80	420	80	109,9714798	0,816	89,73672755	157	1	50	50	0,85	1	109,9714798	0,4164	0,08	0,0320529	0,0214994	0,0385955	8,0554	19,64788	225,29	3,76752	6282,782055	1,29663
LINEA A LA TE-9(-2).RX.4	80	420	80	109,9714798	0,816	89,73672755	157	1	50	71	0,85	1	109,9714798	0,4164	0,08	0,0407973	0,0231794	0,046922322	9,01704	19,83263	224,375	4,158239	5167,841326	1,91647
LINEA A LA TE-9(-2).RX.6	80	420	80	109,9714798	0,816	89,73672755	157	1	50	89	0,85	1	109,9714798	0,4164	0,08	0,0482925	0,0246194	0,054205908	9,84129	19,99099	223,591	4,493142	4473,444391	2,55763
LINEA A LA TE-9(-2).RX.8	20	420	20	27,49286996	0,816	22,43418189	61,2	1	10	110	0,85	1	27,49286996	2,082	0,08	0,2402529	0,0262994	0,241688052	11,1357	18,0066	223,536	4,516608	1003,306168	2,03383
LINEA A LA TE-9(-2).RX.10	20	420	20	27,49286996	0,816	22,43418189	61,2	1	10	95	0,85	1	27,49286996	2,082	0,08	0,2090229	0,0250994	0,21052447	10,2771	17,97361	224,283	4,197446	1151,823884	1,54315
LINEA A LA TE-9(-2).RX.12	20	420	20	27,49286996	0,816	22,43418189	61,2	1	10	88	0,85	1	27,49286996	2,082	0,08	0,1944489	0,0245394	0,195991216	9,87645	17,95822	224,632	4,048503	1237,234595	1,33745



## Complejo Hospitalario

LINEA AL CGD-3.2.AS	$P_{Inst} (KVA)$	$V_2 (V)$	$P_{Adm} (KVA)$	$I_{Inst} (A)$	$F_{Cor}$	$I_{cale} (A)$	$I_{adm} (A)$	$N^{\circ} Cond$	$Sec (mm^2)$	$L(m)$	$cos \phi$	$C_{Sim}$	$I_{c2} P. Carga (A)$	$R (\Omega/Km)$	$X (\Omega/Km)$	$R_{Tot} (\Omega)$	$X_{Tot} (\Omega)$	$Z_{Tot} (\Omega)$	$eR (V)$	$eX (V)$	$V_c (V)$	$e2 (\%)$	$I_{cc} (A)$	$t (s)$
LINEA A LA TE-3.2.AS.31	9	420	9	12,37179148	0,816	10,09538185	61,2	1	10	12	0,85	1	12,37179148	2,082	0,08	0,0573839	0,018700738	0,060354201	8,25588	17,51492	226,243	3,360361	4017,733789	0,12683
LINEA A LA TE-3.2.AS.32	9	420	9	12,37179148	0,816	10,09538185	61,2	1	10	16	0,85	1	12,37179148	2,082	0,08	0,0657119	0,019020738	0,068409373	8,35891	17,51888	226,153	3,398661	3544,647512	0,16294
LINEA A LA TE-3.2.AS.33	17	420	17	23,36893947	0,816	19,06905461	61,2	1	10	55	0,85	1	23,36893947	2,082	0,08	0,1469099	0,022140738	0,148568944	10,9791	17,80096	223,778	4,413452	1632,152098	0,76853
LINEA A LA TE-3.2.AS.34	12	420	12	16,49572198	0,816	13,46050913	61,2	1	10	81	0,85	1	16,49572198	2,082	0,08	0,2010419	0,024220738	0,202495654	10,8623	17,6831	223,939	4,344524	1197,492928	1,4277
LINEA A LA TE-3.2.AS.35	12	420	12	16,49572198	0,816	13,46050913	61,2	1	10	77	0,85	1	16,49572198	2,082	0,08	0,1927139	0,023900738	0,194190351	10,7249	17,67782	224,059	4,293458	1248,708349	1,31298
LINEA A LA TE-3.2.AS.36	12	420	12	16,49572198	0,816	13,46050913	61,2	1	10	18	0,85	1	16,49572198	2,082	0,08	0,0698759	0,019180738	0,072460625	8,69859	17,59996	225,822	3,540235	3346,467331	0,18281
LINEA A LA TE-3.2.AS.37	12	420	12	16,49572198	0,816	13,46050913	61,2	1	10	25	0,85	1	16,49572198	2,082	0,08	0,0844499	0,019740738	0,08672648	8,939	17,6092	225,613	3,6296	2795,998554	0,26188

Tabla 54: Cálculo de Lineas

Para una mayor comprensión de la tabla anterior describiremos el siguiente glosario:

- $Z$ : Impedancia de fase del elemento conductor ( $\Omega$ ).  
 $R$ : Resistencia óhmica de fase del elemento conductor ( $\Omega$ ).  
 $X$ : Reactancia de fase del elemento conductor ( $\Omega$ ).  
 $P_{cc1}$ : Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T., dada en MVA.  
 $U_1$ : Tensión compuesta de la acometida de A.T; dada en kV.  
 $U_2$ : Tensión compuesta del secundario (B.T) de transformadores en vacío, dada en Voltios.  
 $P_t$ : Potencia nominal del transformador, dada en kVA  
 $V_{cc}$ : Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.  
 $W_c$ : Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios.  
 $L$ : Longitud del circuito, dada en metros.  
 $N$ : Número de conductores por fase que constituyen el circuito.  
 $S$ : Sección del conductor utilizado para el circuito ( $mm^2$ ).REBT  
 $r_e$ : Resistencia específica del conductor a la temperatura de 70°C, dada en ohmios/kilómetro.  
 $x_e$ : Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/km$ ).  
 $e_{R2}$ : Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.  
 $e_{X2}$ : Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.  
 $e_{Z2}$ : Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.  
 $\cos \varphi$ : Factor de potencia de la carga.  
 $e_2\%$ : Caída de tensión por fase en %.  
 $V_2$ : Tensión simple de fase en secundario (B.T) de transformadores en vacío, dada en Voltios.  
 $V_c$ : Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.  
 $V_{co}$ : Tensión simple de fase en las bornas de B.T de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.  
 $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito trifásico máximo, dado en kiloamperios (kA).  
 $I_{adm}$ : Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según R.E.B.T; dada en Amperios.  
 $I_{ins}$ : Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.  
 $I_{c2}$ : Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.  
 $t$ : Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la  
 $I_{cc2}$ : Calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

4.2 CALCULO DE PROTECCIONES

En este apartado se describen las protecciones que hemos usado en la instalación. Como podemos ver están tanto las protecciones de los cuadros secundarios, los derivativos, tomas eléctricas...

Aunque solo se han seleccionado magnetotermicos automáticos en cuanto a que su corriente nominal este entre la corriente que circula por el conductor y la admisible del mismo ( $I_{utilizacion} < I_N < I_{adm}$ ). También como hemos visto en el apartado de protecciones se deberá asegurar la selectividad entre las diferentes líneas y se tendrá que seleccionar un poder de corte y un tiempo de disparo acorde con los datos obtenidos en las tablas.

	<i>I utilización(A)</i>	<i>I adm (A)</i>	<i>I nom (A)</i>
Línea al CGD-3.A	927,615151	1092	1000(Regulable)
Línea al CGD-3.B	688,08196	728	800 (Regulable)
Línea al CGD-3.-(-2).CAF	171,370756	271	320 (Regulable)
Línea al CGD-3.-(-1).EST	553,833968	836	800 (Regulable)
Línea a LA TE-AA.3.-(-1).47	124,839624	221	250 (Regulable)
Línea a LA TE-AA.3.-(-1).48	198,608493	315	320 (Regulable)
Línea al CGD-3.3.AS	174,775473	315	320 (Regulable)
Línea al CGD-APA.1	318,613418	495	630 (Regulable)
Línea al CGD-9.A	698,772771	728	800 (Regulable)
Línea al CGD-9.B	659,164563	728	800 (Regulable)
Línea al CGD-9.-(-2).RX.A	340,471702	495	630 (Regulable)
Línea al CGD-9.-(-2).RX.B	340,471702	495	630 (Regulable)
Línea al CGD-HELIPUERTO	11,3490567	104	125 (Regulable)
LINEA AL CGD-3.A			
LINEA AL CS-3.-(-2).2	97,0054025	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.-(-2).3	93,5393214	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.0.2	101,638061	140	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.1.1	101,638061	140	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.1.2	57,3305518	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.2.1	101,638061	140	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.2.3	62,1539009	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.2.4	62,1539009	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.2.5	44,9917518	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.2.AS	93,1018548	221	160(Regulable)
LINEA AL CS-3.3.1	101,638061	140	125(Regulable)
LINEA AL CGD-3.B			
LINEA AL CS-3.-(-2).1	86,2706465	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.-(-2).4	31,9687092	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.-(-2).5	100,258359	129	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.-(-1).1	40,8077769	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.-(-1).2	57,3642031	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.0.1	74,2122737	129	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.0.3	69,4225759	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.0.4	61,0097576	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.1.3	53,9654245	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.2.2	50,0057914	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-3.3.2	54,7954893	104	125(Regulable)

LINEA AL CGD-3.(-1).EST			
LINEA A CIRCUITO I	11,2170909	44,1	25
LINEA A CIRCUITO II	11,2170909	44,1	25
LINEA A CIRCUITO III	20,1907637	61,2	40
LINEA A CIRCUITO IV	168,256364	271	250(Regulable)
LINEA A CIRCUITO V	168,256364	271	250(Regulable)
LINEA A CIRCUITO VI	168,256364	271	250(Regulable)
LINEA AL CGD-3.3.AS			
LINEA A LA TE-3.3.AS.1	14,5822182	61,2	40
LINEA A LA TE-3.3.AS.2	14,5822182	61,2	40
LINEA A LA TE-3.3.AS.12	24,6776001	81,6	63
LINEA A LA TE-3.3.AS.13	24,6776001	81,6	63
LINEA A LA TE-3.3.AS.14	24,6776001	81,6	63
LINEA A LA TE-3.3.AS.15	24,6776001	81,6	63
LINEA A LA TE-3.3.AS.16	24,6776001	81,6	63
LINEA A LA TE-3.3.AS.17	10,0953818	61,2	40
LINEA A LA TE-3.3.AS.18	10,0953818	61,2	40
LINEA AL CGD-APA.1			
LINEA AL CS-APA.1.1	46,1358951	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.2	44,902015	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.3	28,7494041	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.4	32,7875568	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.5	40,2469223	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.6	38,6765296	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.7	41,7051441	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-APA.1.8	41,7051441	104	125(Regulable)
LINEA AL CGD-9.A			
LINEA AL CS-9.(-2).1	83,7692352	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.(-2).4	106,943745	140	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.0.4	72,2492828	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.0.5	69,6469177	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.1.2	96,4221138	140	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.2.1	51,800526	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.2.2	51,800526	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.2.3	54,0439442	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.2.4	51,800526	111	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.2.6	52,17069	111	125(Regulable)
LINEA AL CGD-9.B			
LINEA AL CS-9.(-2).2	51,9351311	129	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.(-2).3	86,9773232	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.(-1).1	74,9301675	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.(-1).2	70,3535944	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.(-1).3	48,3568791	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.0.1	56,7696973	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.0.2	63,3316955	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.0.3	54,5038449	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.1.1	47,5716827	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.1.3	49,4225027	104	125(Regulable)
LINEA AL CS-9.2.5	47,3473409	104	125(Regulable)
LINEA AL CGD-9.(-2).RX.A			
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.1	89,7367276	157	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.3	89,7367276	157	160(Regulable)

LINEA A LA TE-9.(-2).RX.5	89,7367276	157	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.7	22,4341819	61,2	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.9	22,4341819	61,2	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.11	22,4341819	61,2	160(Regulable)
LINEA AL CGD-9.(-2).RX.B			
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.2	89,7367276	157	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.4	89,7367276	157	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.6	89,7367276	157	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.8	22,4341819	61,2	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.10	22,4341819	61,2	160(Regulable)
LINEA A LA TE-9.(-2).RX.12	22,4341819	61,2	160(Regulable)
LINEA AL CGD-3.2.AS			
LINEA A LA TE-3.2.AS.31	10,0953818	61,2	40
LINEA A LA TE-3.2.AS.32	10,0953818	61,2	40
LINEA A LA TE-3.2.AS.33	19,0690546	61,2	40
LINEA A LA TE-3.2.AS.34	13,4605091	61,2	40
LINEA A LA TE-3.2.AS.35	13,4605091	61,2	40
LINEA A LA TE-3.2.AS.36	13,4605091	61,2	40
LINEA A LA TE-3.2.AS.37	13,4605091	61,2	40

Tabla 55: Calculo de protecciones.

#### 4.3 CALCULOS ELECTRICOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

##### INFORMACION DE LA ACOMETIDA

Tensión de suministro:  $15kV \pm 5 \pm 7,5\%$

Tipo de acometida: subterránea

Potencia a plena carga disponible: 17600 kVA

Potencia máxima de cortocircuito: 500 MVA

Frecuencia: 50Hz

##### INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Donde:

$I_1$  = Intensidad primaria (A).

$S$  = Potencia del transformador (kVA).

$U_1$  = Tensión del lado de alta (kV).

Dicha intensidad será:

$$I_1 = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 15} = 61,58A$$

##### INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_2}$$

Donde:

$I_2$  = Intensidad secundaria(A).

$S$  = Potencia del transformador (kVA).

$U_2$  = Tensión del lado de baja (kV).

Nota: Las pérdidas tanto del cobre como del hierro del transformador se han considerado despreciables.

Por lo tanto dicha corriente será:

$$I_2 = \frac{1600000}{\sqrt{3} \cdot 420} = 2199,42A$$

## INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

### CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSION

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Donde:

$I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito en el lado de alta (kA).

$S$  = Potencia de cortocircuito de la red (MVA).

$U_1$  = Tensión del lado de alta (kV).

Por lo tanto:

$$I_{cc1} = \frac{500000000}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 19,24 \text{ kA}$$

### CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSION

$$I_{cc2} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_2}$$

Donde:

$I_{cc2}$  = Intensidad de cortocircuito en el lado de baja (kA).

$S$  = Potencia de cortocircuito del transformador (kVA).

$U_1$  = Tensión del lado de baja (V).

$U_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador.

Por lo tanto:

$$I_{cc2} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot \frac{6}{100} \cdot 420} = 36,65 \text{ kA}$$

### **Cálculo de puesta a tierra del centro de transformación:**

Se seguirán las directrices seguidas por Unesa.

Los electrodos normalmente utilizados en las instalaciones de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la instrucción MIE-RAT-13 SON:

- Picas incadas en el terreno
- Cables enterrados
- Placas enterradas

En nuestro caso se realizara mediante un electrodo de puesta a tierra. El electrodo es el conjunto formado por los conductores horizontales y las picas verticales, todo ello enterrado.

Para llevar a cabo la puesta a tierra en el centro de transformación deberemos de conocer una serie de datos:

#### **Resistividad del terreno**

Para la cual se realizaran una serie de mediciones en el terreno. Uno de los procedimientos se realiza mediante el método Wenner.

$$\rho = 300\Omega m.$$

#### **Resistividad del hormigón**

$$\rho' = 3000\Omega m$$

#### **Longitud de la línea aérea**

$$L_a = 2km \text{ (Capacidad } 0,006\mu F\text{)}.$$

#### **Longitud de la línea subterránea**

$$L_b = 8km \text{ (Capacidad } 0,25\mu F\text{)}.$$

#### **Impedancia de conexión de neutro**

$$R_n = 0\Omega \text{ y } X_n = 30\Omega$$

**Tensión máxima de aislamiento:** Es la tensión entre fases y masa soportada por los elementos de Baja tensión del centro de transformación ante un ensayo a frecuencia industrial. En nuestro caso será la siguiente.

$$U_{BT} = 10kV.$$

#### **Tensión nominal de la red**

$$U_{red} = 15kV$$

Una vez obtenidos los datos de partida deberemos calcular inicialmente la intensidad de defecto máxima con neutro a tierra y la resistencia de puesta a tierra. Esto lo haremos mediante el siguiente sistema de ecuaciones.

$$I_{dmax} = \frac{U_{red}}{\sqrt{3}\sqrt{(R_t^2 + R_n^2) + X_n^2}} \qquad R_t = \frac{U_{BT}}{I_{dmax}}$$



Los resultados son los siguientes:

$I_{dmax} = 208,17A$

$R_t = 28,82\Omega$

Ahora podremos calcular los parámetros característicos que nos permiten dimensionar la puesta a tierra. Estos parámetros son los siguientes:

- Kr: La utilizaremos para el cálculo de la resistencia Rt del electrodo de tierra
- Kp: La usaremos para el cálculo de la tensión de paso exterior máxima
- Kc = Kp (acc): La emplearemos para el cálculo de tensión de acceso y contacto exterior máximas.

La primera condición que tenemos que cumplir es que:

$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$

De donde sacamos que:

$K_r \leq \frac{28,82}{300} = 0,096\Omega/\Omega m$

Con este dato nos vamos a las tablas de Unesa y cogeremos una configuración que cumpla este requisito. Se elegirá por motivos económicos la que menos profundidad haya que enterrar las picas.

Rectángulo de 4,0 m x 3,0 m.

Sección conductor = 50 mm<sup>2</sup>.  
Diámetro picas = 14 mm.  
L<sub>p</sub> = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0,5 m

CONFIGURACION	L <sub>p</sub> (m)	RESISTENCIA K <sub>r</sub>	TENSION DE PASO K <sub>p</sub>	TENSION DE CONTACTO EXT K <sub>c</sub> = K <sub>p</sub> (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.137	0.0287	0.0858	40-30/5/00
<div>4 picas</div>	2	0.100	0.0231	0.0506	40-30/5/42
	4	0.080	0.0178	0.0355	40-30/5/44
	6	0.067	0.0143	0.0270	40-30/5/46
	8	0.058	0.0119	0.0217	40-30/5/48
<div>8 picas</div>	2	0.088	0.0200	0.0402	40-30/5/82
	4	0.067	0.0143	0.0252	40-30/5/84
	6	0.055	0.0110	0.0179	40-30/5/86
	8	0.047	0.0089	0.0137	40-30/5/88

Tabla 56: Método Unesa

Por lo tanto el sistema de puesta a tierra elegido estará compuesto de un mallazo electrosoldado de 4m por 3m. La profundidad a la que estarán las picas será 0,5m y llevara un total de cuatro picas de 4m de longitud cada una. La nomenclatura completa es la siguiente: 40-30/5/44 y cómo podemos ver en la tabla adjunta los parámetros serán los siguientes.

$K_r = 0,080\Omega/\Omega m$

$K_p = 0,0178\Omega/\Omega m$

$K_c = 0,0355\Omega/\Omega m$

Por lo tanto con los nuevos parámetros la resistencia puesta a tierra es la siguiente:

$R_t = \rho \cdot K_r = 300 \cdot 0,08 = 24\Omega$

Ahora calcularemos la intensidad de defecto contando la reactancia capacitiva de las líneas. Para calcular la reactancia utilizaremos la siguiente fórmula:

$X = \frac{1}{3 \cdot w \cdot C}$

En donde la capacidad total de las líneas es:

$$C = 0,006 \cdot L_a + 0,45 \cdot L_b = 2,012 \mu F$$

Y por lo tanto la reactancia es:

$$X = \frac{1}{3 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot C} = 527,35\Omega$$

El cálculo de la intensidad de defecto contando dicha reactancia es:

$$I_d = \frac{U_{red}}{\sqrt{3}\sqrt{(R_t + R_n)^2 + (X_c + X_n)^2}} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(24 + 0)^2 + (527,35 + 30)^2}} = 15,52\Omega$$

Ahora deberemos calcular las condiciones que verifican que efectivamente la puesta a tierra es correcta. Estas condiciones son las siguientes y están englobadas en la MIE-RAT 13.

$$V_{Pmax} < V_{Padm} \quad (1)$$

$$V_{Cmax} < V_{Cadm} \quad (2)$$

$$V_{Pmax} < V_{Pac adm} \quad (3)$$

$$V_d < U_{BT} \quad (4)$$

$$V_d < 1_{kV} \quad (5)$$

Iremos viendo cada una de las condiciones.

La tensión de paso máxima es la diferencia de potencial que durante una falta se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados a una distancia de un metro.

$$V_{Pmax} = \rho \cdot K_p \cdot I_d = 300 \cdot 0,0178 \cdot 15,52 = 82,87V$$

La tensión de contacto máxima es la diferencia de potencial que durante una falta se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro.

$$V_{Cmax} = \rho \cdot K_c \cdot I_d = 300 \cdot 0,035 \cdot 15,52 = 162,96V$$

La tensión de defecto por su parte se calculara de la siguiente manera.

$$V_d = I_d \cdot R_t = 15,52 \cdot 24 = 372,48V$$

Ahora veremos las tensiones máximas admisibles que son las máximas que son las máximas que se le puede aplicar al cuerpo humano. Para ello tenemos que saber unas constantes en función de la duración del defecto.

0,9 ≥ t > 0,1s ⇒	K = 72	n = 1
3 ≥ t > 0,9s ⇒	K = 78,5	n = 0,18
5 ≥ t > 3s ⇒	V <sub>ca</sub> = 64 V	V <sub>pa</sub> = 640 V
t > 5s ⇒	V <sub>ca</sub> = 50 V	V <sub>pa</sub> = 500 V

Tabla 57: Parámetros duración del defecto

Por lo tanto como en nuestro caso  $t = 0,5s$  , nuestro parámetros serán ( $K=72$ ,  $n=1$ )

Por consiguiente estas tensiones admisibles son las siguientes:

$$V_{Padm} = \frac{10K}{t^n} \left( 1 + \frac{6\rho}{1000} \right) = 4032V$$

$$V_{Cadm} = \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{1,5\rho}{1000} \right) = 208,8V$$

Cuando el acceso al centro de transformación dispone de dos pavimentos por ejemplo terreno sin edificar y hormigón hay que calcular la tensión de paso-acceso al mismo.

$$V_{Pac adm} = \frac{10K}{t^n} \left( 1 + \frac{3\rho+3\rho'}{1000} \right) = 15696V$$

Por lo tanto queda comprobado que:

$$V_{Pmax} < V_{Padm} \text{ (1)} \longrightarrow 82,87V < 4032V$$

$$V_{Cmax} < V_{Cadm} \text{ (2)} \longrightarrow 82,87V < 208,8V$$

$$V_{Pmax} < V_{Pac adm} \text{ (3)} \longrightarrow 82,87V < 15696V$$

$$V_d < U_{BT} \text{ (4)} \longrightarrow 372,48V < 10kV$$

$$V_d < 1kV \text{ (5)} \longrightarrow 372,48V < 1kV$$

Debido a la condicion (5) no es necesario separaran tierras(proteccion y servicio)

Queda comprobado que efectivamente la selección de la puesta a tierra del centro de transformacion es la: 40-30/5/44 ya que cumple con los criterios establecidos según normativa.

4.4 CALCULO LUMINOTECNICO:

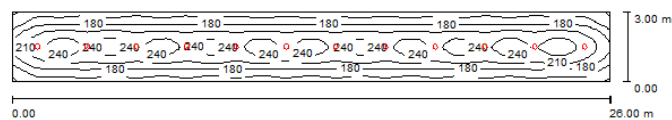
Se ha realizado el cálculo lumínico de las siguientes zonas del complejo hospitalario:

- Pasillo
- Sala de recuperación
- Habitación de enfermo
- Despacho-consulta

Los parámetros calculados y comprobados según la norma explicada en el anexo de alumbrado son la Em (iluminancia media), Índice de uniformidad, UGR (índice de deslumbramiento) y VEEI (valores de eficiencia energética).

Todo lo mencionado se realizara con el programa de iluminación Dialux.

Pasillo:



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.145 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:186

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	196	119	254	0.605
Suelo	20	177	124	201	0.699
Techo	70	50	43	59	0.864
Paredes (4)	90	73	42	133	/

Plano útil:  
Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Zumtobel 60 810 246 PANOS HF 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	1414	2400	37.5
			Total: 16963	Total: 28800	450.0

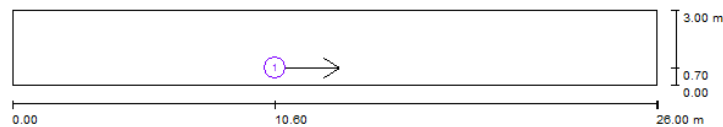
Valor de eficiencia energética:  $5.77 \text{ W/m}^2 = 2.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $78.00 \text{ m}^2$ )

Tabla 58: Resumen iluminación pasillo

Con respecto a la tabla anterior cumplimos con todos los requisitos que nos dicta la norma ya que obtenemos una iluminación media (Em) de 196lx, un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,94 W/m²/100 lx y una uniformidad de entorno al 60%.

La norma nos indica que en esta zona se requiere una iluminación media (Em) de entorno a 150 lx, un valor de eficiencia energética (VEEI) máxima de 4,5 W/m²/100 lx y una uniformidad de al menos un 40%.

Con respecto al índice de deslumbramiento (UGR) no tiene que superar un valor de 22 y en nuestro caso como podemos ver es de 18.



Escala 1 : 186

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	10.600	0.700	1.200	0.0	18

Tabla 59: Datos UGR pasillo

Las luminarias utilizadas son las siguientes:

12 Pieza	Zumtobel 60 810 246 PANOS HF 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD]
	N° de artículo: 60 810 246
	Flujo luminoso (Luminaria): 1414 lm
	Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
	Potencia de las luminarias: 37.5 W
	Clasificación luminarias según CIE: 100
	Código CIE Flux: 85 100 100 100 59
	Lámpara: 2 x TC-DEL (Factor de corrección 1.000).



Figura 54: Luminaria y su curva fotométrica

Despacho:

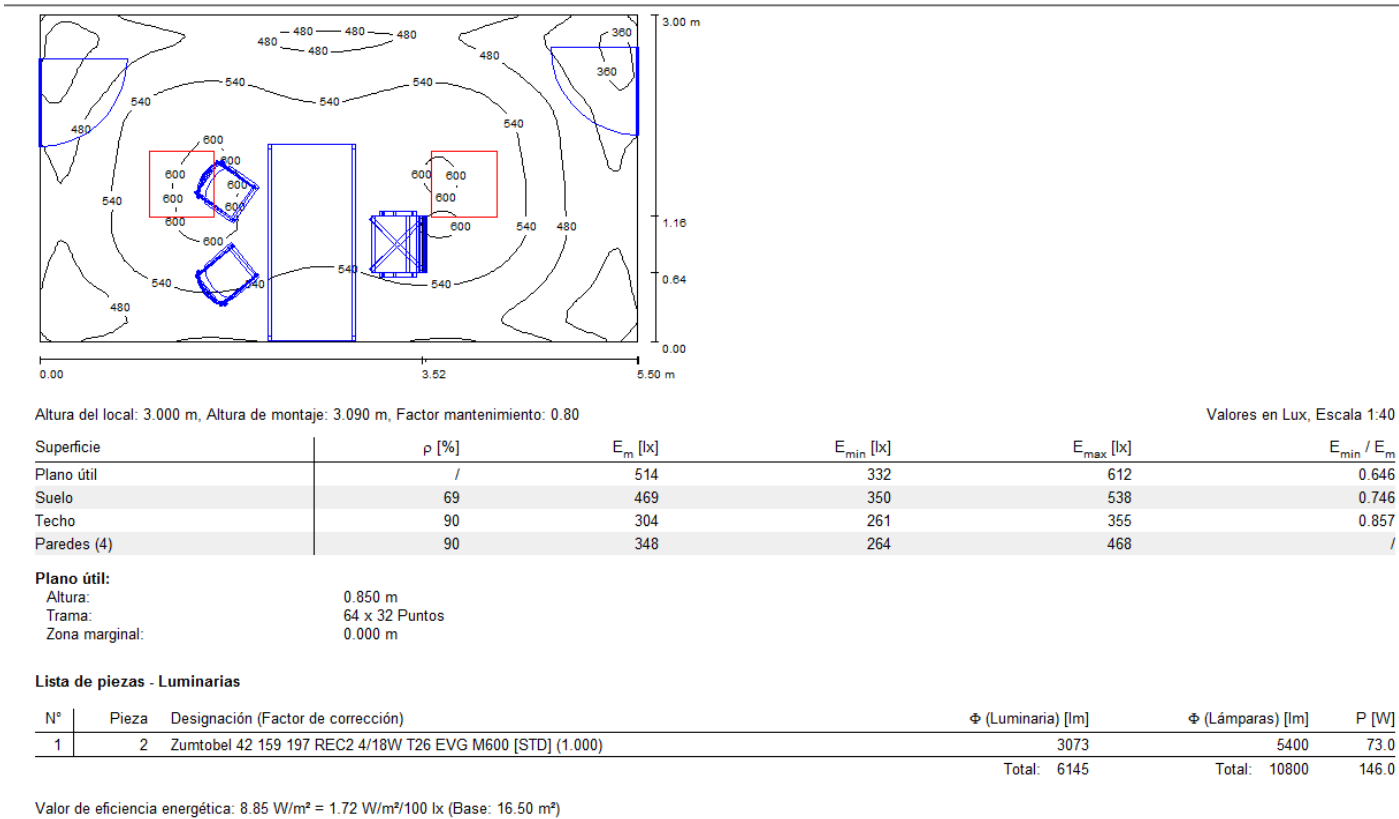
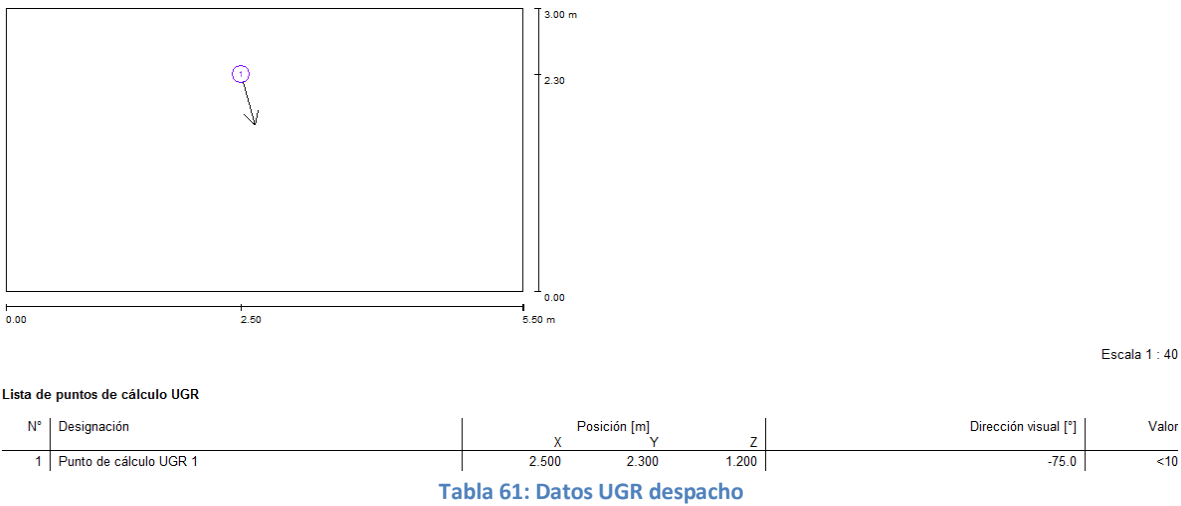


Tabla 60: Resumen iluminación despacho

Como podemos ver cumplimos con todos los requisitos que nos dicta la norma ya que obtenemos una iluminación media ( $E_m$ ) de 514x, un valor de eficiencia energética (VEEI) de  $1,72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  y una uniformidad de entorno al 60%.

La norma nos indica que en esta zona se requiere una iluminación media ( $E_m$ ) de entorno a 500 lx, un valor de eficiencia energética (VEEI) máxima de  $4,5 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  y una uniformidad de al menos un 40%.

Con respecto al índice de deslumbramiento (UGR) no tiene que superar un valor de 19 y en nuestro caso como podemos ver es menor de 10.



Las luminarias utilizadas son las siguientes:

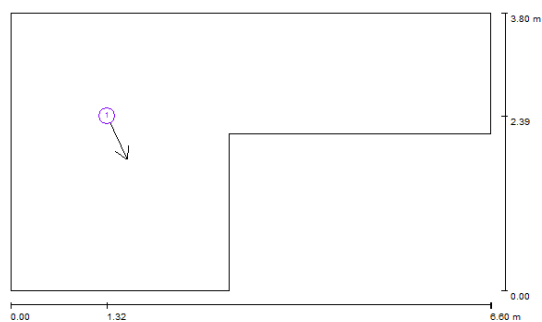
2 Pieza	Zumtobel 42 159 197 REC2 4/18W T26 EVG M600 [STD]
	Nº de artículo: 42 159 197
	Flujo luminoso (Luminaria): 3073 lm
	Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
	Potencia de las luminarias: 73.0 W
	Clasificación luminarias según CIE: 100
	Código CIE Flux: 76 99 100 100 57
	Lámpara: 4 x T26 (Factor de corrección 1.000).



Figura 55: Luminaria y su curva fotométrica (despacho)







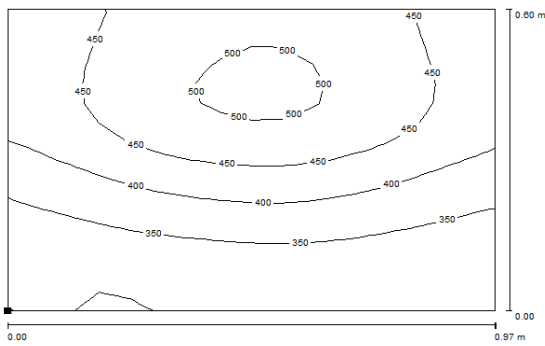
Escala 1 : 48

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	1.317	2.393	1.200	-65.0	<10

Tabla 63: Datos UGR habitación enfermo

Como hemos mencionado anteriormente veamos ahora la iluminación de la zona de lectura. Dicha iluminación se encuentra en el cabecero de la cama como podemos ver en la imagen siguiente.



Valores en Lux, Escala 1 : 7

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado: (1.014 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
409

$E_{min}$  [lx]  
295

$E_{max}$  [lx]  
517

$E_{min} / E_m$   
0.722

$E_{min} / E_{max}$   
0.571

Tabla 64: Resumen iluminación zona lectura

Como podemos ver tenemos una iluminación media en esta zona de 400 lx siendo la mínima exigida por la norma de 300 lx. Además en cuanto a la uniformidad superamos los valores mínimos del 40%

Las luminarias utilizadas son las siguientes:

Luminaria cabecero:

1 Pieza	Zumtobel 42 173 689 PURELINE BASIC 2/39-1/24 RAL9006 [STD] (Tipo 1) Nº de artículo: 42 173 689 Flujo luminoso (Luminaria): 2272 lm Flujo luminoso (Lámparas): 3500 lm Potencia de las luminarias: 72.0 W Clasificación luminarias según CIE: 18 Código CIE Flux: 36 75 95 18 65 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).
---------	---



Figura 56: Luminaria y su curva fotométrica (cabecero)

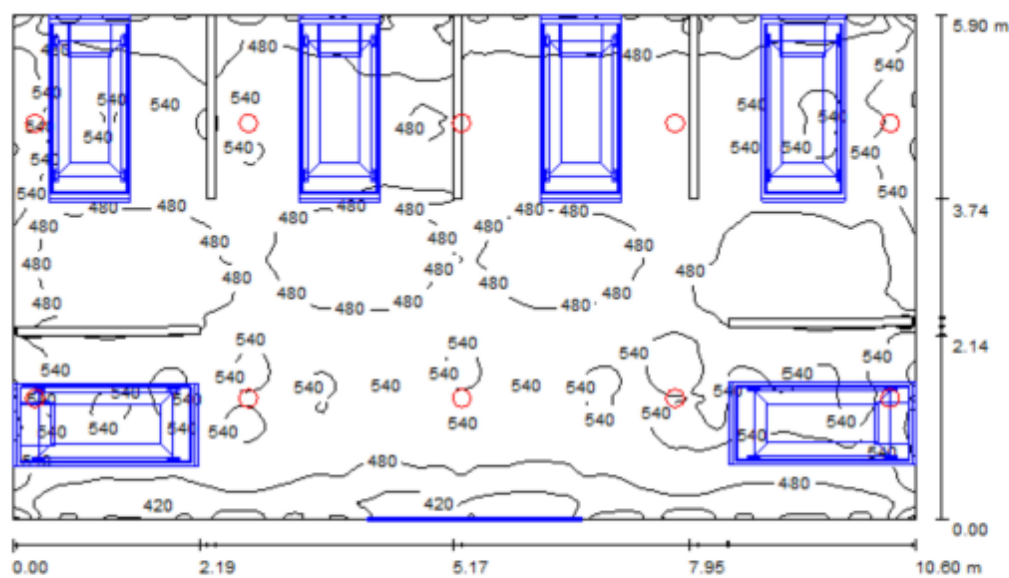
Luminaria zona general:

3 Pieza	Zumtobel 62 904 110 PANOS HF 1/18W TC-TEL 175 LDB WH [STD]
	Nº de artículo: 62 904 110
	Flujo luminoso (Luminaria): 619 lm
	Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
	Potencia de las luminarias: 20.5 W
	Clasificación luminarias según CIE: 100
	Código CIE Flux: 87 100 100 100 53
	Lámpara: 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Figura 57: Luminaria y su curva fotométrica (zona general)

Sala de recuperación:



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.120 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	501	361	620	0.720
Suelo	90	463	276	643	0.597
Techo	90	374	320	562	0.857
Paredes (4)	90	395	226	2053	/

Plano útil:  
Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	Zumtobel 60 810 251 PANOS HF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	1710	3600	51.0
Total:			17100	36000	510.0

Valor de eficiencia energética: 8.15 W/m² = 1.63 W/m²/100 lx (Base: 62.54 m²)

Tabla 65: Resumen iluminación sala de recuperación

Por lo tanto cumplimos con todos los requisitos que nos dicta la norma ya que obtenemos una iluminación media ( $E_m$ ) de 501 lx, un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,63W/m²/100 lx y una uniformidad de entorno al 70%.  
La norma nos indica que en esta zona se requiere una iluminación media ( $E_m$ ) de entorno a 500 lx, un valor de eficiencia energética (VEEI) máxima de 4,5 W/m²/100 lx y una uniformidad de al menos un 40%.

Con respecto al índice de deslumbramiento (UGR) no tiene que superar un valor de 19 y en nuestro caso como podemos ver es menor de 10.

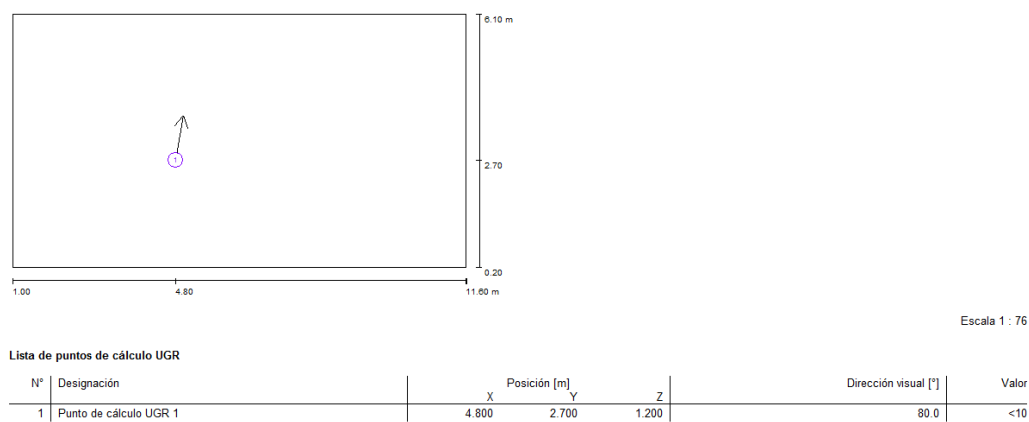


Tabla 66: Datos UGR sala recuperación

Las luminarias utilizadas son las siguientes:

10 Pieza      Zumtobel 60 810 251 PANOS HF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH [STD]  
Nº de artículo: 60 810 251  
Flujo luminoso (Luminaria): 1710 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 88 100 100 96 48  
Lámpara: 2 x TC-DEL (Factor de corrección 1.000).



Figura 58: Luminaria y su curva fotométrica sala de recuperación

Podemos ver una imagen en 3D que nos muestre como quedaría iluminada dicha estancia

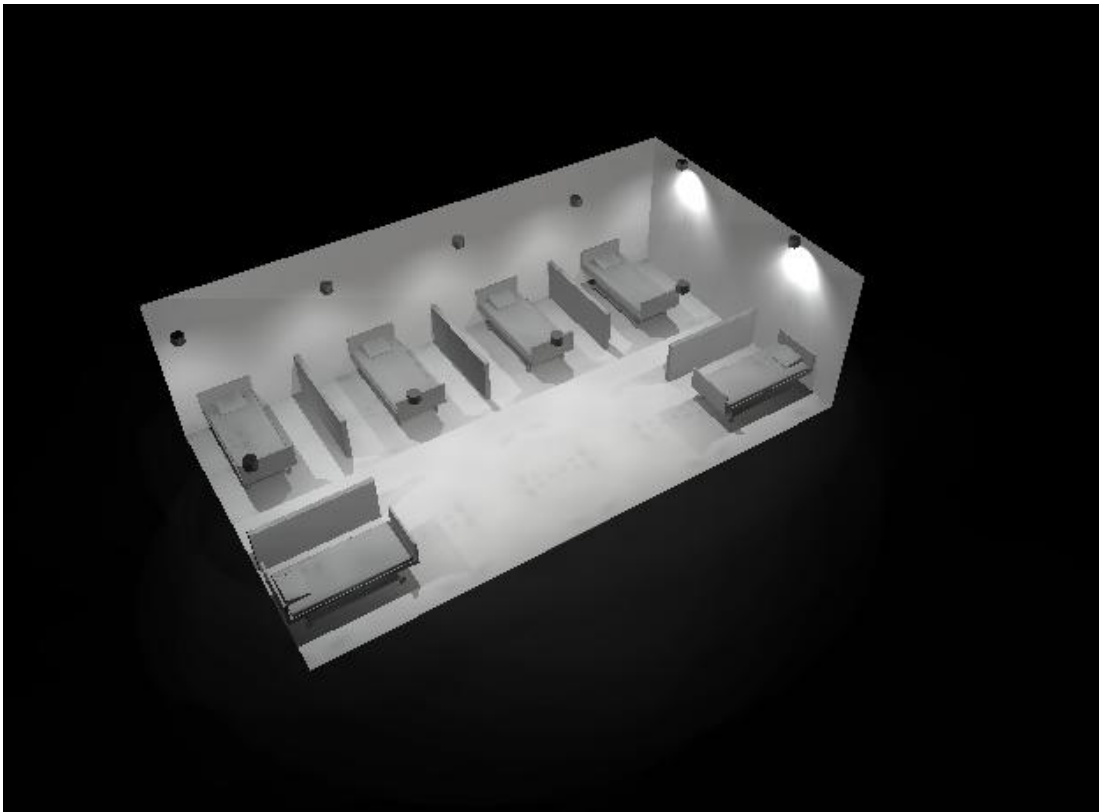


Figura 59: Renderizado en 3D sala de recuperación

## **5 PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACION DE ELECTRICIDAD**

### **5.1. GENERALIDADES**

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General del Edificio, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

#### **5.1.1. Ámbito de aplicación**

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

#### **5.1.2. Alcance de los trabajos**

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjaz, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

#### **5.1.3. Planificación y Coordinación**

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF. En esta sentido, la EI viene obligada al replanteo definitivo sobre planos de obra, de las canalizaciones con ubicación de cajas de registro, número y dimensiones de tubos o canales, número de conductores que cada uno de ellos aloja, así como cuantos detalles se consideran necesarios para coordinar esta instalación con las de otros servicios (climatización, fontanería, etc.); debiendo formar parte esta documentación de los planos “as built” indicados en el punto 1.9 de este Pliego de Condiciones.

#### 5.1.4. Modificaciones al Proyecto y cambio de materiales

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al R.E.B.T. cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de contratar la obra, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las marcas de materiales indicadas en Mediciones solo son a título de definición de una determinada calidad, por lo que podrán ser sustituidas por el equivalente; bien entendiendo que es potestad de la EI presentar el equivalente, pero siempre su instalación estará supeditada a la aprobación previa como tal por la DF, y que de ser desestimada por la DF como equivalente no podrá ser instalada.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

#### 5.1.5. Vibraciones y ruidos

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

#### 5.1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para cables en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

#### 5.1.7. Pruebas y verificaciones previas a la entrega de las instalaciones

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas y siguiendo la metodología de la UNE-20.460-6-61. y las IEC 60439-1 y 60890.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas y verificaciones a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente, salvo que su enlace con la puesta a tierra general del edificio esté perfectamente justificada mediante el oportuno cálculo y en aplicación de las instrucciones reglamentarias MIE-RAT13 e ITC-BT-18 (punto 11).
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un DDR o ID, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro CS, midiendo los usos de alumbrado aparte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V en corriente continua.

- Valor de la corriente de fuga de la instalación con todos los aparatos de alumbrado conectados, para todos y cada uno de los conjuntos alimentados por un mismo DDR, así como para todos los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Cuando la protección contra contactos indirectos se realice mediante los disparadores de corto retardo de los dispositivos de Máxima Corriente (interruptores automáticos) se comprobará que el tarado de dichos disparadores está ajustado para una  $I_m$  inferior a la  $I_a$  calculada según ITC-BT-24 punto 4.1.1, en esquema TN-S.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia



de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.

- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de enclavamientos y de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se medirá la resistencia de aislamiento de suelos y paredes del Centro de Transformación, siguiendo para ello el método del Anexo de la UNE 20-460-94/6-61.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrógeno, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

#### 5.1.8. Normativa de obligado cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- d) Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- e) Reglamento de Seguridad contra Incendios de Establecimientos Industriales según RD.2267/2004.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Fomento, las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, así como las Autonómicas y Municipales de aplicación específicamente al proyecto.

#### 5.1.9. Documentación y Legalizaciones

En cumplimiento con el Artículo 19 del R.E.B.T., una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:

1. Tres ejemplares encarpados y soporte informático de todos los planos “as built” (planta y esquemas) de la Instalación, elaborados por la EI.

2. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
3. Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
4. Dos ejemplares con la Memoria de Funcionamiento y Mantenimiento de la instalación, donde se incluya también la cantidad recomendada de almacenamiento y características de los materiales necesarios para la buena conducción del edificio.
5. Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento así como Instrucciones de funcionamiento y montaje de Equipos y Aparatación, en donde se incluya también todas las informaciones que el fabricante acompaña al material en las cajas que suponen su embalaje.
6. Dos ejemplares encarpetados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del R.E.B.T., para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en y expedidos por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma correspondiente. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.

El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (A.T. y B.T.) los documentos siguientes

- Autorización administrativa.
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Asimismo, la EI, para obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora, estará obligada a solicitar, mediante escrito firmado por la Propiedad y conocimiento de la EC, la Acometida definitiva, acompañando un plano de situación geográfica de la instalación, indicando:

- Tipo de acometida solicitada (aérea o subterránea, en punta o bucle, etc.) y tensión de suministro (Alta o Baja Tensión).
- Potencia de Plena Carga en kilowatios máximos disponibles para la instalación.
- Petición del importe de la acometida en el caso de que la realice la Compañía, y derechos de acceso a la red de distribución.

En el caso de acometida en Media/Alta Tensión, además se solicitará de la Compañía Suministradora, y en cumplimiento del punto 4 de la MIE-RAT 19, información sobre:

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de defecto a tierra previsible en el punto de la acometida.
- Tiempo máximo de apertura del interruptor automático en caso de defecto.
- Potencia de cortocircuito de la instalación en el punto de acometida.

- Características del equipo de medida y forma de instalación.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará la legalización de la instalación de Media/Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.

## 5.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

### 5.2.1. Generalidades

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV, correspondiendo concretamente con las categorías Segunda (de 31 a 66 kV) y Tercera (de 1 a 30 kV).

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y Código Técnico de la Edificación para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión; para ello todas las rejillas accesibles al personal externo del CT, deben disponer de lamas en “uve” con una altura mínima de lama de 4 centímetros y una profundidad de dos veces la altura de la lama, estando cada uve introducida en la inmediata superior, como mínimo, la mitad de la altura de la lama.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil

con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear podrán ser modulares o compactas equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de  $\varnothing$  y se pondrán a tierra utilizando para ello una sola puesta a tierra independiente a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T. y será realizada conforme a la UNE-EN 50179.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

El acabado final del suelo será en material aislante que permitirá sin deterioro la rodadura de los transformadores, y su resistencia de aislamiento debe ser igual o superior a 1 M $\Omega$ .

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

## 5.2.2. Centros de Transformación

### 5.2.2.1. Envolvente metálica

#### *5.2.2.1.1.- Envolvente metálica hasta 36 KV*

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación, como apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con las normas:

- UNE-EN60298 en cuanto a Celdas.
- UNE-EN60265-1 en cuanto a Interruptor de corte en carga.
- UNE-EN60420 en cuanto a Interruptor con Fusibles.
- UNE-EN60129 en cuanto a Seccionador de puesta a tierra.
- UNE-ENG2271-100 en cuanto a Fusibles.
- UNE-EN21339 en cuanto al gas SF6
- UNE-20324 en cuanto al grado de protección IP.
- UNE-EN50102 en cuanto al grado de protección UK

Podrá ser **Sistema Modular** o **Sistema Compacto**. En el Modular cada celda (módulo) tendrá como destino una sola función, estando constituido cada módulo por una envolvente propia que debe ser enlazable con otros módulos o celdas mediante conectores de 630A. En el compacto cada módulo albergará más de una función, debiendo estar constituido por una envolvente propia que, como en el modular, tiene que ser enlazable con otro, sean estos modulares o compactos. No obstante las celdas o módulos instalados en los extremos del conjunto que componen el Centro de Maniobra y Protección en Alta Tensión, tendrán que disponer de obturadores en sus conectores laterales y tapas en chapa pintada del mismo color del conjunto fijada a dichos laterales extremos; o bien estos módulos extremos podrán ser elegidos, dentro del fabricado normal, para que no sean extensibles en su costado correspondientes dentro del conjunto.

Tanto el sistema modular como el compacto serán con aislamiento integral en SF6, constituida cada envolvente o módulo por una cuba llena de gas SF6 en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y los embarrados.

Para la descripción y definición de cada celda se distingue para ellas los siguientes componentes:

- a) Aparellaje de maniobra
- b) Juego de barras
- c) Conectores para cables
- d) Elementos de mando
- e) Elementos de control

#### **a) Aparellaje de maniobra**

Irà instalado dentro de la cuba rellena de gas SF6 sellada por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados

los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

**b) Juego de barras**

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexionadas mediante tornillos de cabeza allen con par de apriete igual o superior de 2,8 m x kg según cálculos, diseñado para soportar como mínimo una carga en kg/cm<sup>2</sup> que, de conformidad con la MIE-RAT 05 punto 5.1, viene determinada por la expresión:

$$\text{Carga Máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{60 \times d \times W} \leq 1200$$

Considerando 1200 como la carga al límite a fatiga del cobre “duro” en kg/cm<sup>2</sup> y siendo:

W	Módulo resistente de la sección de la pletina de fase dada en cm <sup>3</sup>
I <sub>cc</sub>	Corriente de cortocircuito dada en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado dada en cm
D	Distancia entre ejes de pletinas dada en cm

**c) Conectores para cables**

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

**d) Elementos de mando**

De forma generalizada las celdas de maniobra dispondrán de mandos para el interruptor y para el seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Todos estos elementos deberán ser accesibles en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

### **e) Elementos de control**

Para el caso de mandos motorizados, dentro de estos elementos se indicarán bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, los elementos de control serán accesibles en tensión.

Todas las envolventes deben ser herméticas, pudiendo trabajar cubiertas totalmente de agua durante un tiempo igual o superior a 24 horas. Asimismo las características ambientales del lugar donde vayan instaladas deben disponer de una temperatura comprendida entre -10 °C y +55 °C y una altura máxima sobre el nivel del mar de 1000 metros.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

#### *5.2.2.1.2.- Envolvente metálica para 52 KV*

A diferencia de las anteriores, estas celdas sólo serán modulares ocupando cada una de ellas una sola función dentro del conjunto que constituye el Centro de Maniobra y Protección, debiendo de cumplir con las normas UNE-EN60694, UNE-EN60298, UNE-EN60056 y UNE-EN60129.

Su instalación será para unas condiciones ambientales de temperatura comprendida entre -5 °C y +40 °C, no siendo superior a +35 °C la media durante un período de 24 horas, y la altitud máxima sobre el nivel del mar no superará los 1000 metros.

En cada una de las celdas se distinguirán los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de barras y seccionamiento, inundado de gas SF6
- b) Compartimento de interruptor inundado de gas SF6
- c) Compartimento de cables de potencia
- d) Compartimento de control y mando en B.T.

5.2.2.2. Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

▪ Tensiones asignadas	24 kV	36 kV	52 kV
▪ Nivel de aislamiento asignado: A frecuencia industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
▪ Impulso tipo rayo	125 kV	170 kV	250 kV
▪ Intensidad admisible de corta duración	16 kA	31,5 kA	25 kA
▪ Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kA	80 kA	63 kA

**a) Interruptores- seccionadores**

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

**b) Interruptor automático**

Será en SF6, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

**c) Cortacircuitos fusibles**

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

**d) Puesta a tierra**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

**e) Equipos de medida**

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.



En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

#### **f) Transformadores de Potencia**

Podrán ser encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire, o bien en baño de aceite o silicona con refrigeración natural por aire. La instalación de uno u otro tipo de transformador, se ajustará a lo especificado en Mediciones.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, grifo de vaciado y orificio de llenado para los encubados, (estos también llevarán funda para alojar un termómetro), tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encubados serán herméticos, de llenado integral con cuba elástica construida en chapa de acero. Las paredes laterales de la cuba estarán formadas por aletas deformables elásticamente para adaptar su volumen a las dilataciones del líquido aislante y evitar sobrepresiones. Su construcción será conforme a normas UNE-21.428-1, y UNE-EN60.076.

Para estos transformadores se preverá un depósito y canalizaciones de recogida (al mismo desde sus celdas) del líquido aislante; tanto las canalizaciones como el depósito, se construirán enterrados en el Centro de Transformación. La capacidad del depósito será, como mínimo, la necesaria para recoger todo el líquido del transformador de mayor volumen instalado. Cuando el líquido sea aceite, se preverá una instalación de detección y extinción automática de incendios de conformidad y en cumplimiento de la MIE-RAT 14 (punto 4.1-b.2).

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según EN-60.726, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA.

Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de aluminio.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados, y de temperatura y presión del líquido aislante con detección de gases, en los encubados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán (de no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto), en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor, rematadas sus cantoneras con perfiles de hierro en U-100. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de  $500+A$ , siendo  $A$  = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de 200×300 mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en UPN-100 o UPN-120 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acuíñamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como mínimo de  $100 \text{ mm} + 6 \text{ mm por kV}$  o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Cuando los transformadores sean encubados, el suelo de la celda dispondrá de pendientes y sumidero con canalización de  $\varnothing 80 \text{ mm}$ , hasta el pozo de recogida de líquidos aislantes (aceites o siliconas). En el sumidero, cuando el líquido sea inflamable, se dispondrá de una cesta de malla metálica, recubriéndose el lecho de la celda con cantos rodados para dificultar el paso del aire al sistema de drenaje y conseguir extinguir la llama en caso de incendio.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados en apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y también de la utilizada para herrajes.

Todos los transformadores se suministrarán con dos placas de características. Una irá fijada en el propio transformador, y la otra en la puerta de acceso a la celda que ocupa dicho transformador, de tal forma que sea visible sin necesidad de entrar a dicha celda para leerla.

#### 5.2.2.3.- Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

#### 5.2.2.4.- Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al afecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Regulación de las protecciones de fase y homopolares.
- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Resistencia eléctrica del suelo.
- Tensiones de paso y de contacto.
- Prueba y funcionamiento de enclavamientos eléctricos y mecánicos establecidos.

#### 5.2.2.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

##### **a) Prevenciones Generales**

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo, excepto que sea nebulizada.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.
8. Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, se establecerá enclavamiento eléctrico entre las protecciones de Alta Tensión y Baja Tensión de cada uno de ellos; de tal forma que al abrir el interruptor de protección propio de A.T. se dé ocasión a que automáticamente abra su correspondiente en B.T.
9. Existirá enclavamiento por cerradura-llave entre el interruptor de protección en A.T. del transformador de potencia y las puertas de acceso a la celda que aloja a dicho transformador.

#### **b) Puesta en Servicio**

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, antes de su conexión al CGBT, se comprobará que la tensión (en B.T.) de todos ellos en vacío tiene el mismo valor en voltios.
3. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### **c) Separación de Servicio**

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

#### **d) Prevenciones Especiales**

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. El tarado de relés de fase y homopolares estarán ajustados a las condiciones de la propia instalación, y no será modificado sin causa justificada; yendo siempre acompañado del previo cálculo por el que se cambian las condiciones de seguridad.

### 5.2.3. Cables de transporte de energía eléctrica (1–52 kV)

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.-*Generalidades*, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre de campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

#### 5.2.3.1. Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir  $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$ , ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm<sup>2</sup> aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm<sup>2</sup> en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

#### 5.2.3.2. Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR)

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el cable XLPE del apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a  $D/2d = 2$ ;  $D/d = 4$ .

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

### 5.3. GRUPOS ELECTRÓGENOS

#### 5.3.1. Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrónicos, tal como es este caso, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrónico. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en el Código Técnico de la Edificación.

El techo del local que alberga el GE deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Antes del suministro del grupo electrónico, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrónico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia para el que se da en kVA la potencia del alternador.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).



- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en litros/CVxh o litros/kWxh.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

Las chimeneas destinadas a la evacuación de gases de escape, de no indicarse lo contrario en otras documentos del proyecto, serán conducidos a la cubierta del edificio con una sobrealtura de cinco metros con respecto al edificio de mayor altura en un círculo con cincuenta metros de radio.

### 5.3.2. Componentes

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

#### 5.3.2.1.- Motor Diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá como mínimo de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

#### 5.3.2.2. Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.



#### 5.3.2.3. Acoplamiento y Bancada

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

#### 5.3.2.4. Cuadro de Protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

#### 5.3.2.5. Depósito de combustible

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

#### 5.3.2.6. Juego de herramientas

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

#### 5.3.2.7. Documentación y apoyo técnico

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

#### 5.3.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del

fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.

#### 5.3.4. Pruebas reglamentarias en la puesta en servicio

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

##### 5.3.4.1. Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
2. Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones .
3. Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro general de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro general de Red se procederá a la prueba 4).
4. Transferencia manual de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
5. Parada del GE.

##### 5.3.4.2. Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas:

- a) Fallo total del Suministro de Red.
- b) Fallo de algunas de las fases L1, L2 o L3.
- c) Bajada o subida de la tensión de Red fuera de los límites de % establecidos.
- d) Variación de la frecuencia de la tensión de Red fuera de los límites establecidos.
- e) Inversión de la secuencia de fases.

En este modo de funcionamiento se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las causas anteriores, así como que deberá estar comprendido entre 20 y 30 segundos.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga.

La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 segundos para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

#### 5.3.4.3. Funcionamiento Modo Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a Modo Desconectado, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se deberá parar por sí solo.

Se examinará y verificará el estado de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador Modos de Funcionamiento: MANUAL, AUTOMÁTICO, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
- Pulsadores de: ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN DE CARGAS A RED, CONEXIÓN DE CARGAS A GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO DE ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.
- Lámparas de señalización: PRESENCIA DE RED, PRESENCIA DE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificación: FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

#### 5.4. EQUIPOS SUMINISTRO ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (S.A.I.)

##### 5.4.1. Generalidades

Su función principal es asegurar la alimentación continuada de energía eléctrica estabilizada y filtrada, sin interrupción a cargas críticas, en las siguientes situaciones de la alimentación de entrada al equipo:

- Corte del suministro eléctrico normal.
- Sobretensiones o subtensiones momentáneas permanentes.
- Picos transitorios.
- Microcortes.

El suministro en salida, a semejanza del de entrada, será corriente alterna senoidal con la misma tensión nominal.

La función principal del S.A.I. deberá estar garantizada durante el tiempo de autonomía especificado en placa de características, mediante la energía almacenada en sus baterías. Así mismo, deberá evitar que ningún corte o variación en los parámetros de la red de entrada, pueda influir en la estabilidad y filtrado de la tensión de salida.

En su fabricación los materiales y componentes utilizados deberán ser nuevos y de suministro ordinario, no pudiendo haber sido utilizados anteriormente, excepto en los propios ensayos de su proceso de fabricación.

Todos los dispositivos electrónicos activos deberán ser sólidos, formando subconjuntos y módulos intercambiables que faciliten el stock y mantenimiento, asegurando al propio tiempo su elevada fiabilidad dentro de los parámetros de utilización.

Dada la importancia creciente de la protección del medio ambiente se deberán tener presentes todas las medidas ecológicas recomendadas, tanto en la construcción como en su concepción tecnológica, y así deberán estar fabricados con materiales reciclables sin PVC u otros plásticos que puedan dañar el entorno. Los embalajes igualmente deberán estar fabricados a partir de materiales reciclables de forma que preserven los recursos naturales.

Su tecnología deberá minimizar las repercusiones en la red, garantizar un factor de potencia equivalente a la unidad, reducir los costes de explotación por alto rendimiento y disminuir al máximo la generación de calor y ruido. Todo esto permitirá obtener la certificación ISO 9.001, de forma que puedan afrontarse con garantías las exigencias comunitarias en materia de protección medioambiental.

Deberán ser concebidos, probados y preparados según las más recientes normas IEC y CEE sobre este tipo de equipos.

Estarán diseñados para aguantar temperaturas ambientales entre 0°C y 40°C con una humedad relativa de hasta el 90% sin condensaciones. Su clase de protección será IP 205.

Para potencias iguales o superiores a 700 vatios, todos los SAIs dispondrán de By-pass estático por avería en el equipo, By-pass manual para mantenimiento y Filtro de Armónicos que disminuyan la reinyección de ellos a la red.

Cumplirán con las normas de seguridad IEC 950 y EN 50091-1-1, con compatibilidad electromagnética conforme a la EN 50091-2. clase A, y sus configuraciones serán según normas IEC 62040-3 y ENV 50091-3.

Todas las señalizaciones serán sobre pantalla de cristal líquido, disponiendo de ellas para:

- Modo funcionamiento.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Entrada.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Salida.
- Tensión e Intensidad de Batería.
- Tiempo real de autonomía.
- Alarma paro inminente.
- Alarma funcionamiento modo Batería.

Deberá disponer de contactos libres de tensión y salidas propias para señalización remota de:

- S.A.I. conectado.
- Funcionamiento modo By-pass, con alarma “acústica-luminosa”.
- Funcionamiento modo batería, con alarma “acústica-luminosa”.
- Baterías descargadas.
- Indicación del tiempo real de autonomía con la carga de ese momento.

Asimismo dispondrá de un módulo de comunicaciones (interface, ordenadores) RS 232 que permita la gestión externa del equipo y una tarjeta de conexión a red informática SNMP.

Hasta la potencia nominal de 700 VA, serán del tipo LINE INTERACTIVE VI con estabilizador de tensión (AVR) y módulo de comunicaciones RS 232 con el correspondiente software para comunicación, con Entrada/Salida: Monofásico/Monofásico. Para potencias superiores será ON-LINE de doble conversión, y conmutaciones automática por fallo intrínseco del equipo, y manual para mantenimiento; pudiendo ser su Entrada/Salida: Monofásica/Monofásica, y Trifásica/Monofásica.

Los S.A.I.s del tipo ON-LINE, no darán lugar a una “separación de circuitos” entre la corriente de entrada y la de salida actuando en “Modo Red Presente”, y cumplirán en todo con lo exigido por la ITC-BT-28 referente a fuentes propias centralizadas de energía para alimentación a Servicios de Seguridad pertenecientes a la categoría “SIN CORTE”.

El nivel máximo de ruido debido a un funcionamiento normal, incluida la ventilación forzada de que debe disponer el S.A.I., no superará los 56 dB a un metro de distancia.

El control de calidad estará asegurado mediante un programa con certificado expedido por AENOR u otra entidad internacional reconocida.

Todos los equipos y componentes suministrados deberán ser productos de catálogo y haber dado pruebas y referencias de un buen funcionamiento, no debiendo generar en la red de entrada (suministro normal) corrientes armónicas, además de bloquear la transmisión de las generadas en la carga. Con los S.A.I. se entregará la siguiente Documentación:

- Manual de Instalación.
- Manual de Utilización.
- Manual de Puesta en Marcha.
- Pruebas de reinyección de corrientes armónicas y factor de potencia en carga.

#### 5.4.2. Características generales

##### 5.4.2.1. Batería de acumuladores

Su capacidad en A/h, ó kWxh será conforme con las necesidades reales establecidas en Memoria y Mediciones. Los acumuladores a utilizar serán de Plomo-Calcio (Pb-Ca), estancos y sin mantenimiento, formada por monobloques de 6/12 V según DIN 40739 o DIN 40741. En caso de ser batería según DIN 40739 deberá estar equipada con tapones de recombinación de gases, con ausencia en 5 años de mantenimiento.

El diseño de la vida de las baterías, en condiciones normales de funcionamiento e instalación, deberá ser como mínimo hasta 10 años con capacidad restante, al menos, del 80%.

Su característica de carga será con compensación de la tensión en función de la temperatura, y el tiempo de carga no será inferior a 4 horas para el 90% de la carga. Irán instaladas en un armario metálico de color a elegir por la DF y según exigencias de la VDE 0510. Las tensiones nominales, de carga y flotación, serán las indicadas en Memoria y Mediciones. Dispondrán de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, así como de test automático programable y software de gestión y alarma de baterías.

##### 5.4.2.2. Entrada del equipo

Será para conexión a un suministro normal de 3x400 V o de 231 V, con una tolerancia del  $\pm 15\%$  en el funcionamiento normal y del  $\pm 10\%$  en el By-Pass, para una frecuencia nominal de 50 Hz  $\pm 6\%$  y velocidad de sincronismo 1 Hz/s con sincronismo de adaptación.

La forma de onda de entrada deberá ser senoidal y la distorsión armónica que el S.A.I. dé lugar en ella no superará al 8% en corriente, y al 5% en tensión (THD); ambos en valores RMS para cualquier condición y régimen de carga.

Su inmunidad electromagnética será conforme a las normas VDE 0160 y EN 50082-1.

Dispondrá de alarmas para indicar "fuera de límites" de tensión o frecuencia.

##### 5.4.2.3. Salida del equipo

La potencia de carga máxima en kilovatios será la indicada en Memoria y Mediciones para una tensión de 3x400 V o de 231 V según sean trifásicos o monofásicos, permitiendo una sobrecarga del 200% durante siete segundos y del 150% durante un minuto.

La tensión de salida estará regulada en un  $\pm 1\%$  con carga estática simétrica, en un  $\pm 3\%$  con carga estática asimétrica, y un  $\pm 5\%$  con carga dinámica de 0 a 100%.

La distorsión armónica no superará los límites del  $\pm 3\%$  para carga lineal, y del  $\pm 5\%$  para la no lineal, tanto en tensión como en intensidad, y siempre en valores RMS.

La frecuencia será de  $\pm 50$  Hz estando sincronizada con la red de entrada, y su valor no superará los límites del 0,1% con la red ausente (modo batería).

Permitirán el acoplamiento en paralelo hasta de 6 unidades; con el fin de poder satisfacer futuras ampliaciones de demandas crecientes de la carga, así como de necesidades para soluciones de redundancia, superredundancia y redundancia n+1.

Dispondrán de alarmas para acusar las sobrecargas y tensión fuera de límites, así como señalización permanente (estando en modo batería) del tiempo de autonomía disponible del suministro al régimen de consumo que está proporcionando.

5.4.3. Tipo de SAIs y características particulares

5.4.3.1. SAI monofásico hasta 700 vatios

Topología:	line – interactivo/ VI
Autonomía:	20 minutos con una carga de dos PCs
Número de salidas:	2×IEC320C13
Interfaz de comunicaciones:	integrable, Multisistema, RS 232
Puertos telefonía:	2×RJ-11
Temperatura ambiente:	25° C ± 10°C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad según ISO 9000-9002; Seguridad según EN55022; Radiofonía e Inmunidad según EN50091-2, FCC CIB P-15 S-J, ANSI C62.41 (IEEE587)A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Rendimiento 100% carga:	> 98%
Ruido acústico:	< 40 dB (A)
Tensión de entrada:	231 V c.a.
Tolerancia de tensión:	Paso a baterías con Subtensión de 165 V Sobretensión 270 V
Frecuencia de entrada:	50 Hz ± 5%
Factor de potencia de entrada:	> 0,99 (al 100% de carga)
Tensión nominal de continua:	12 ó 24 V
Vida media de baterías:	mínimo 5 años
Tiempo de recarga de baterías:	mínimo 2 horas y máximo 10 horas para el 90% de capacidad
Tensión de salida:	231 V c.a. ± 5% (± 2% en baterías)
Frecuencia de salida:	sincronizada 50 Hz (± 0,1 %)
Potencia de salida:	550 VA (mínimo)
Factor de potencia de la carga:	desde 0,5 capacitivo hasta 0,5 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	120 % durante 1 minuto
Factor de cresta de la carga:	3:1

5.4.3.2.- S.A.I. monofásico entre 700 y 4.000 vatios

Topología:	on-line doble conversión VFI
Autonomía:	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento:	automático, con control manual y comprobación automática de baterías
Autodiagnóstico:	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Interfaz de comunicaciones:	RS232 (DB9) integrado
Interfaz usuario:	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red:	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP:	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente:	de 0° C a 40° C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico:	< 40 dB (A)
Tiempo transferencia:	Nulo
Tensión de entrada:	231 V c.a.
Tolerancia de tensión:	Subtensión de 170V y sobretensión de 276V sin paso a baterías.
Frecuencia de entrada:	50 Hz $\pm$ 5%
Protección sobretensiones:	según EN50082 y conforme IEC801-4
Eliminación EMI:	según EN55022, CISPR 22B
Baterías:	herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías:	mínimo de 4 horas y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías:	mínimo: 5 años
Tensión de salida:	231 V c.a. $\pm$ 1,5%
Frecuencia de salida:	Sincronizada, 50 Hz $\pm$ 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga:	Desde el 0,5 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	150 % durante 4 segundos



Factor de cresta de la carga:	3:1
-------------------------------	-----

5.4.3.3. S.A.I. monofásico y trifásicos entre 4.000 y 30.000 vatios

Topología:	On-line doble conversión acoplable en paralelo
Autonomía:	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento:	automático, con control manual de módulos.  Comprobación automática de batería, by-pass y silencio de alarmas
Autodiagnóstico:	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Paso a By-Pass:	automático, por sobrecarga o fallo S.A.I.
Interfaz de comunicaciones:	Dos salidas RS 232 integradas (una para comunicación con PC y otra para sinóptico remoto)
Interfaz usuario:	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red:	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP:	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente:	De 0° C a 40° C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad: según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico:	< 56 dB (A)
Rendimiento al 100% de carga:	≥ 91%.
Tiempo transferencia:	Nulo
Tensión de entrada:	231 V c.a. o 400 V c.a.
Tolerancia de tensión:	± 15%
Frecuencia de entrada:	50 Hz ± 5%
Protección sobretensiones:	Según EN50082-1 y conforme IEC801-4/5
Eliminación EMI:	Según EN55022, CISPR 22B
Baterías:	Herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías:	Mínimo de 4 y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías:	Mínimo: 5 años

Tensión de salida:	231 ±1% / 400 ±1%
Frecuencia de salida:	Sincronizada, 50 Hz ± 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga:	Desde el 0,6 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	150 % durante 1 minuto y 200 % durante 7 segundos
Factor de cresta de la carga:	3:1

5.4.4. Características de los locales destinados a alojar los SAIs

A todos los efectos estos locales cumplirán con las condiciones establecidas para aquellos afectos a un Servicio Eléctrico según la ITC-BT-30 apartado 8, debiendo disponer de una ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

## 5.5. CUADROS DE BAJA TENSIÓN

### 5.5.1. Generalidades

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1.000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, dispondrán de cerramientos de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos definitivos para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 e IEC-60439 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

El suministro de todos y cada uno de los cuadros eléctricos llevará anejo un libro de especificaciones con las características técnicas del material que contiene y de las pruebas con resultados obtenidos referentes a:

- Esfuerzos electrodinámicos.
- Rigidez dieléctrica.
- Disipación térmica.
- Grado de protección frente a los agentes externos.
- Funcionamiento de enclavamientos.
- Funcionamiento de protecciones y valores ajustados.
- Verificación de la resistencia de aislamiento total del cuadro.

Todo ello realizado conforme a la norma UNE-EN-60439.1

### 5.5.2. Componentes

#### 5.5.2.1. Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados con dimensiones mínimas de 2.000×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000 mm provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, disponiendo también de puertas traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 como mínimo. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

Las envolventes para Cuadros Generales de Distribución (CGD), serán en su construcción, semejantes a las descritas anteriormente, si bien en este caso las dimensiones de los paneles serán como máximo de 2.000×1.000×500 mm, disponiendo de doble puerta

frontal, la primera ciega o transparente (según mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad; la segunda atornillada y troquelada para acceso de mandos y elementos de control. Su grado de protección será IP 307 como mínimo.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

#### 5.5.2.2. Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.
- Limitará la sollicitación térmica generada en el cortocircuito máximo a valores inferiores a los admisibles por el cable que protege.

Una vez elegidos los interruptores automáticos de máxima corriente y sus bloques de relés de corto y largo retardo bajo la condición de que un disparo frente a cortocircuitos sea selectivo con respecto a los previstos aguas arriba y aguas abajo de los mismos, las regulaciones necesarias a realizar de corto retardo ( $I_m$ ) y de largo retardo ( $I_r$ ) deberán seguir manteniendo dicha selectividad en el disparo; para ello los valores relativos ajustados entre los diferentes escalones sucesivos de protección deberán ser iguales o superiores a los de las siguientes tablas; salvo que el fabricante de la aparamenta garantice y certifique otros más convenientes:

• Tabla I para circuitos de distribución no destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	
$I_{r1} \geq 80 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 205 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 50 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 128 \text{ A}$	$I_{r3} = 20 \text{ A}$	$I_{m3} = 80 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 100 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 256 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 63 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 160 \text{ A}$	$I_{r3} = 25 \text{ A}$	$I_{m3} = 100 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 160 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 409 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 100 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 256 \text{ A}$	$I_{r3} = 40 \text{ A}$	$I_{m3} = 160 \text{ A}$	$I_{r4} = 10/16 \text{ A}$	$I_{m4} = 40/64 \text{ A}$
$I_{r1} \geq 200 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 512 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 125 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 320 \text{ A}$	$I_{r3} = 50 \text{ A}$	$I_{m3} = 200 \text{ A}$	$I_{r4} = 20 \text{ A}$	$I_{m4} = 80 \text{ A}$
$I_{r1} \geq 250 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 644 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 160 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 403 \text{ A}$	$I_{r3} = 63 \text{ A}$	$I_{m3} = 252 \text{ A}$	$I_{r4} = 25 \text{ A}$	$I_{m4} = 100 \text{ A}$

• Tabla II para circuitos de distribución destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	
$I_{r1} \geq 144 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 307 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 48 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 192 \text{ A}$	$I_{r3} = 16 \text{ A}$	$I_{m3} = 120 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 180 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 384 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 60 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 240 \text{ A}$	$I_{r3} = 20 \text{ A}$	$I_{m3} = 150 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 225 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 481 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 75 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 301 \text{ A}$	$I_{r3} = 25 \text{ A}$	$I_{m3} = 188 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 288 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 614 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 96 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 384 \text{ A}$	$I_{r3} = 32 \text{ A}$	$I_{m3} = 240 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 360 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 768 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 120 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 480 \text{ A}$	$I_{r3} = 40 \text{ A}$	$I_{m3} = 300 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 450 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 960 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 150 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 600 \text{ A}$	$I_{r3} = 50 \text{ A}$	$I_{m3} = 375 \text{ A}$	-----	-----
$I_{r1} \geq 567 \text{ A}$	$I_{m1} \geq 1.210 \text{ A}$	$I_{r2} \geq 189 \text{ A}$	$I_{m2} \geq 757 \text{ A}$	$I_{r3} = 63 \text{ A}$	$I_{m3} = 473 \text{ A}$	-----	-----

El tiempo máximo de apertura del interruptor automático por acción de la corriente  $I_m$  regulada, debe ser igual o inferior a 0,4 segundos para la tensión del circuito de 230 V (ITC-BT-24, apartado 4.1.1 con esquema TN-S).

El tarado de protecciones de corto retardo ( $I_m$ ), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto ( $I_d$ ) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la  $I_d$  por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDRs).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo ( $I_r$ ) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones y en cumplimiento de la ITC-BT-19 punto 2.4, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Cuando se esté obligado a establecer SELECTIVIDAD CRONOMÉTRICA, en la regulación de tiempos de disparo se tendrá muy en cuenta que la solicitación térmica en el cortocircuito no supere la máxima admisible por el cable que se proteja. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones.

En redes reticuladas o en anillo, como pueden considerarse las constituidas por transformadores o grupos electrógenos que alimentan en paralelo a un barraje común, se deberá tener en cuenta la Protección Direccional, a fin de que un cortocircuito en esta red "Seleccione" el interruptor que debe abrir para que el corte afecte a la mínima parte de la red a la que alimentan (SELECTIVIDAD DE ZONA DIRECCIONAL).

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

Como excepción se establecerá para Quirófanos, Camas de U.V.I., Salas Exploraciones Especiales, y en general en todas aquellas salas de intervención sanitaria donde se usen receptores invasivos eléctricamente, un sistema de protección de personas definido en el R.E.B.T. en la ITC-BT-38, apartado 2. El transformador utilizado para ello deberá ser en "baja inducción", y dispondrá de pantalla entre primario y secundario; podrá ser trifásico o monofásico, según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando sea trifásico su grupo de conexión será Yd11 con tensiones de  $400 \pm 3 \pm 5 \% V$  en primario y 231 V en secundario, siendo la corriente capacitiva máxima entre primario y secundario, en todos los casos (monofásicos y trifásicos) inferior a 80  $\mu A$  y su potencia no superará los 7,5 kVA. Cuando sea monofásico sus tensiones serán  $231 \pm 3 \pm 5 \% V$  en primario y 231 V en secundario. Como complemento se exigirá un Monitor Detector de Fugas con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminoso ajustable;

además dispondrá de señalización verde "correcto funcionamiento" y pulsador de parada para la alarma acústica. Cuando el Monitor Detector de Fugas sea por resistencia, la corriente máxima de lectura en c.c. que aportará en el primer defecto no será superior a 150  $\mu$ A, ni la de fuga en c.a. superior a 20  $\mu$ A. Estos cuadros "Paneles de Aislamiento" (PA) dispondrán además de un sistema de barras colectoras para conductores de protección y equipotencialidad, así como disyuntores para protección de los circuitos de distribución.

El Monitor Detector de Fugas dispondrá, en todos los casos, de un Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor, o de un conjunto de monitores con indicación individualizada permitiendo al propio tiempo su Gestión Centralizada, para lo que deberá disponer de canal de comunicaciones además de capacidad de registro en memoria como archivo histórico. Con ello se conseguirá conocer y analizar datos en tiempo real.

El Transformador Separador será conforme a la UNE-20.615 y para unas intensidades iguales o inferiores a un 3% para la de vacío, y a 12 veces la intensidad nominal para la de pico en la conexión.

#### 5.5.2.3. Embarrados y Cableados

En los cuadros CGBT y CGD las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil o pintados en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar concretamente especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 2500 kg/cm<sup>2</sup> (carga al límite elástico) para el cobre "duro". Como cálculo reducido para el cobre "duro", podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga apoyada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 2500$$

donde:



w	Módulo resistente de la sección en cm <sup>3</sup>
I <sub>cc</sub>	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga empotrada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 2500$$

donde:

w	Módulo resistente de la sección en cm <sup>3</sup>
I <sub>cc</sub>	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando el disparador de “corto retardo” disponga de regulación en tiempo, se comprobará que, para el tiempo ajustado, el barraje no se verá sometido a fatiga en el momento del cortocircuito. De estimarse que el número de pulsos que la temporización admite da ocasión a fatiga del material, la carga máxima admitida como máximo en las expresiones anteriores será 1.200 kg/cm<sup>2</sup> para barrajes de cobre.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión simplificada por la que puede calcularse la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean (50×2 = 100 Hz),

se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias  $\left(\frac{f}{50}\right)$  sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde (CP) y su sección no será inferior a 60x5 mm en los CGBTs y de 30x5 mm en los CGDs.

Todo el embarrado irá pintado con los colores indicados en la ITC-BT-19 punto 2.2.4, utilizando el Negro, el Marrón y el Gris para cada una de las Fases (L1, L2 y L3), y el Azul para el Neutro (N).

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores iguales o inferiores a 250 A. Siempre serán con cables flexibles RZ1-K-0,6/1 kV (AS), dimensionado para la intensidad nominal del interruptor y provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. La distribución del cableado dentro del cuadro será en mazos de cables aislados, fijados a la estructura del mismo mediante bridas aislantes de Poliamida 6.6 sobre cama de este mismo material que impida el contacto directo de los conductores con la estructura metálica. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los mismos a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del conductor la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante, aislándose mediante material termotráctil con colores reglamentarios todas las derivaciones de las barras que sirven para la conexión a la Aparamenta.

La interconexión entre el interruptor general y los disyuntores de cabecera en los cuadros CSs, deberá ser realizada mediante el empleo de barras repartidoras tetrapolares modulares para una intensidad de 160 A, disponiendo las barras de separadores aislantes y envolvente del mismo material, que garanticen una tensión asignada impulsional de 8 kV y 16 kA de intensidad de cortocircuito, siendo conforme a la norma EN60947-1.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 25 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los cables de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro serán del tipo ES07Z1-K (AS), con sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>, provistos de terminales a presión para sus conexiones.

Los enlaces de reparto y salida correspondientes a disyuntores de 32, 40, 50 y 63 A se realizarán con cables RZ1-0,6/1Kv (AS) con sección mínima de 16 mm<sup>2</sup>, provistos (como los anteriores) de terminales a presión para sus conexiones.

Cuando el cuadro esté preparado para que la Gestión Técnica Centralizada intervenga en él, todos los contactos libres de tensión (estados), así como los contactores incluidos para órdenes con este fin, serán cableados a bornas de salida mediante conductor de 1,5 mm<sup>2</sup> del tipo ES07Z1-k (AS).

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

#### 5.5.2.4. Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Bornas de Salida.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

#### 5.5.3. Paneles de Aislamiento

Estos paneles tienen como objeto el cumplimiento de la ITC-BT-38 apartado 3 para la protección contra contactos indirectos en todas aquellas salas en donde, desde el punto de vista eléctrico, un receptor penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo humano, bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal, es decir, aquellos receptores aplicados que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente, los cuales tiene que conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La construcción de estos Paneles de Aislamiento (PA) será conforme a la ITC-BT-38 apartado 2.1.3 y a la norma UNE-20.615, siendo su contenido el reflejado para cada uno de ellos en planos de esquemas de los mismos adjuntos al proyecto.

En el diseño y elección de materiales deben tenerse en cuenta que todas las protecciones eléctricas magnetotérmicas previstas en escalones sucesivos deben presentar Selectividad en el disparo frente a cortocircuitos. Esta conclusión se justificará mediante los cálculos oportunos.

Las características eléctricas de los elementos principales incluidos en ellos son:

1. *Transformador de Aislamiento.*- Será en baja inducción (igual o inferior a 8000 gauss) y dispondrá de pantalla entre primario y secundario. Su tensión de cortocircuito deberá ser igual o superior al 8%, y la corriente de fuga capacitiva de primario a secundario igual o inferior a 80 microamperios.
2. *Dispositivo de Vigilancia de Aislamientos.*- Será del tipo resistivo con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminosa ajustable. Además dispondrá de señalización verde “correcto funcionamiento” y pulsador de parada para la alarma acústica, siendo la máxima fuga en c.a. inferior a 20 microamperios, y la de lectura en c.c. no superará los 150 microamperios, generados por una tensión inferior de 9 voltios. Asimismo dispondrá de salida para Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor o de un conjunto de monitores, con indicación individualizada, permitiendo al propio tiempo su gestión centralizada. Será también condición necesaria que disponga de enclavamientos

de alarmas, de tal forma que una vez dada la alarma esta se mantenga aunque desaparezca la causa que la motivó; sólo podrán anularse las alarmas por personal especializado y autorizado para ello.

3. *Barras colectoras EE y PT.*- Estarán construidas mediante dos pletinas de cobre de 300 mm de longitud, 25 mm de altura y 5 mm de espesor, con taladros roscados, tornillo y arandela estriada para la conexión de conductores equipotenciales y de protección. Ambas pletinas irán fijadas al bastidor metálico del panel mediante soportes aislados.

## 5.6. CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN

### 5.6.1. Generalidades

Los cables aislados que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V y sección máxima de 300 mm<sup>2</sup>. De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos para redes de distribución Categoría A.

Los cables para instalación enterrada serán no propagadores del incendio y llama, y reducida emisión de halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **AI** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Negro, Marrón y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde (ITC-BT-19 punto 2.2.4). Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las solicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz. Cuando la acometida es en Baja Tensión las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en alumbrado y 5% en fuerza.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19 con la aplicación de la UNE-20.460-5-523. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5mm<sup>2</sup>.

Por el tipo de aislamiento, en cuanto a las temperaturas máximas que pueden soportar los cables, éstos se han clasificado en dos tipos:

1. Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 70°C y de 160°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 0,5 segundos.
2. Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 90°C y de 250°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 5 segundos.

### 5.6.2. Tipo de cables eléctricos y su instalación (ES07Z1-450/750V-AS)

#### 5.6.2.1. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 70°C

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 211002, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268, 50.267 y 50.268, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad; su tensión asignada será 450/750 V y la de ensayo 2.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4, correspondiendo a la denominación ES07Z1 450/750V (AS).

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los cables se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los mismos y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos o flexibles. Cuando se utilicen flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Este tipo de cables serán asimilables en cuanto intensidad admisible a los definidos en el R.E.B.T. con la designación PVC. Por lo tanto, las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la fórmula aplicable de calentamiento adiabático a un conductor en cobre de este tipo de aislamiento será:  $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$ .

#### 5.6.2.2. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS)

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268 y 50.267 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio y total ausencia de halógenos; su tensión asignada será 0,6/1 kV, y la de ensayo 3.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4 y correspondiendo a la denominación RZ1-0,6/1 kV (AS).

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CGDs, así como entre CGDs y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto, así como unipolares o multiconductores.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un conductor por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los conductores de tal manera que no queden partes del material conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del conductor aislado.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los conductores con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T para instalación en Galerías Ventiladas, o la ITC-BT-19, tabla 1 con aplicación de la UNE-20.460-5-523 referente a los coeficientes de corrección. En ambos casos asimilables a los cables definidos en el R.E.B.T. con la designación XLPE.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250º C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será  $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$  para conductor de cobre, e  $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$  para el aluminio.

#### 5.6.2.3. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90ºC e instalación enterrada(RV-0,6/1Kv)

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123, 50.265 y 50.267 referentes a sus características constructivas, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV y la de ensayo 3.500 V, correspondiendo a la denominación RV-0,6/1 kV.

Estos se enterrarán a una profundidad mínima de 70 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T. para aislamiento XLPE

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m e instalándose un solo circuito por tubo. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total  $0,7 \times 0,9 = 0,63$ ) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de  $5 \text{ kg/mm}^2$  de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado anterior.

#### 5.6.2.4. Cables Resistentes al Fuego para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS+)

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de *Cables Eléctricos* RZ1-0,6/1kV (AS) de este capítulo. Su denominación corresponde a RZ1-0,6/1 kV (AS+).

Cuando estos cables discurran por tramos verticales, de fijación se realizará por cada terna considerando como tal el conjunto de las tres fases (L1, L2 y L3) y del neutro, teniendo en cuenta que una línea o circuito puede disponer de una o de varias ternas. Los elementos de soporte y fijación en estos casos para los cables RZ1-0,6/1 kV (AS+), han de ser Resistentes al Fuego RF-180.



## 5.7. CANALIZACIONES

### 5.7.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar cables eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material aislante rígido.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material aislante rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material aislante curvable en caliente.
- Tubos en material aislante flexible.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de material aislante pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en material aislante serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los cables en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de material aislante, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de material aislante flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de material aislante, los flexibles en material aislante con espiral de refuerzo interior en material aislante rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de cables a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

Conductor mm2																	
Tubo Mm	Conductor rígido unipolar V-750							Conductor rígido unipolar 0,6/1 kV				Conductor rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
	1, 5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	8	7	5	4	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	10	8	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	12	10	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	12	10	8	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	12	10	8	7	6	9	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	12	9	8	7	10	9	7	6	3	3	2	2	2	-

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión  $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{\frac{1}{2}}$ , siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm<sup>2</sup> como máximo.

5.7.2. Materiales

5.7.2.1. Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los cables se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37-508/88) en acero

inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm<sup>2</sup> para la equipotencialidad en todo su recorrido, que irá conectado eléctricamente a ella cada 50 cm como mínimo.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro mínimo de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 35 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de material aislante rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a +60°C, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C.

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60x200	2,7	1,810	22,5

60×300	3,2	2,770	33,7
60×400	3,7	3,700	45,6
100×300	3,7	3,690	57,3
100×400	4,2	4,880	77,2
100×500	4,7	6,350	96,6
100×600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

5.7.2.2. Canales protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de material aislante rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones, cumpliendo en su montaje con todo lo indicado para las bandejas metálicas. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de material aislante rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente

tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40ºC:

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7
60×400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

5.7.2.3. Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en material aislante rígidos.
- Tubos en material aislante corrugados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los **tubos de acero** serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-

Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas. Cuando estos tubos sean accesibles, deben disponer de puestas a tierras.

Los **tubos de material aislante rígido** serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama) y su resistencia al impacto será de dos julios a -5º C. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Cuando los tubos rígidos aislantes sean del tipo “Libre de Halógenos” su resistencia al impacto será de seis julios, debiendo cumplir con la UNE-EN-50267-2.2 y resto de características indicadas para los de material aislante rígido.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los **tubos corrugados en material aislante**, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 60.423 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-2 y 2-3, así como la UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio a -5º C. Cuando sean del tipo “Libre de Halógenos” cumplirán con la norma UNE-EN 50267-2.2 y su resistencia al impacto será de dos julios a -5º C.

Los **tubos corrugados reforzados en material aislante**, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios a -5 º.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 500 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los **tubos para canalizaciones eléctricas enterradas**, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en material aislante del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Ø referencia	50	65	80	100	125	160	200
Ø exterior/mm	50	65,5	81	101	125	148	182
Ø interior/mm	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar cables se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.

- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, material aislante rígido o material aislante liso reforzado. En las corrugadas, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

#### 5.7.2.4. Cajas de registro, empalme y mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.



## 5.8. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

### 5.8.1.- Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los cables empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones (definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”) cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

### 5.8.2. Línea General de Alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales (mayorizadas por el coeficiente 1,17) de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

### 5.8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a sobreintensidades cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Generales de Distribución (CGDs) o Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto.

Cuando estas líneas están realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, y éstos serán agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

### 5.8.4. Líneas de Derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)

Las LGD enlazarán el cuadro CGBT con los Cuadros Generales de Distribución, y las LDI éstos con los Cuadros Secundarios, o bien el cuadro CGBT con los CSs cuando no es necesario prever CGDs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

Del mismo modo que para las líneas LGA, cuando estén realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, yendo éstos agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

#### 5.8.5. Cuadros de protección CGDs y CSs

Los Cuadros Generales de Distribución están destinados a concentrar en ellos potencias alejadas del CGBT y evitar grandes poderes de corte para interruptores automáticos de pequeñas intensidades, permitiendo con esta topología aprovechar mejor los coeficientes de simultaneidad entre instalaciones, alimentándose desde ellos a los Cuadros Secundarios CSs. Por tanto en ellos se alojarán todos los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de acometida a cuadros CSs.

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CGDs y CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

#### 5.8.6. Instalaciones de distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, cables y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente cables con aislamiento nominal 450/750 V “Libres de Halógenos” protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos. El color del aislamiento de los cables cumplirá con lo establecido para ello en la ITC-BT-19 punto 2.2.4.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser material aislante corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será material aislante corrugado reforzado o del tipo “Libre de Halógenos”, fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o material aislante rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos cuando estos no sean registrables, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Cuando los circuitos distribuidores a puntos de luz y tomas de corriente discurran por pasillos con falsos techos registrables, esta instalación deberá ser realizada con canalizaciones fijadas a paredes inmediatamente por encima de los falsos techos, o a bandejas de uso eléctrico (tensión 230/400 V) por fuera de las mismas, quedando en ambos casos los registros accesibles para el conexionado y paso de cables con los paramentos terminados. Los registros serán para montaje mural.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conectarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

En las cajas destinadas a alojar mecanismos, no se admitirán ningún tipo de conexión derivada mediante bornas o clemas, que no sea la propia de los mecanismos que en ellas se alojan.

Tanto para los circuitos distribuidores de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser 2,5 mm<sup>2</sup>. Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de cables a las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm

de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha.

Las instalaciones en Aparcamientos cubiertos se proyectarán como locales con ventilación suficiente, considerando que dicha ventilación permite su desclasificación como locales Clase I definidos en la ITC-BT-29.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los cables siempre han de canalizarse en tubos o canales.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los cables destinados a distribuciones serán de un hilo conductor único de cobre (U) hasta 4 mm<sup>2</sup>, del tipo “extradeslizante” libre de halógenos. Cuando por cualquier causa se instale cable conductor flexible formado por una filástica de varios hilos muy finos (k), siempre, y para todas sus conexiones a mecanismos y derivaciones, deberá utilizarse terminales apropiados o estañar sus puntas.

#### 5.8.6.1. Distribución para Alumbrado Normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, cables y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente en lavabos o destinadas a Negatoscopios marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación, asimismo estarán incluidas las derivaciones, desde estas cajas, tanto para punto de luz como para la derivación a interruptores, conmutadores de cruce que su ejecución conlleva.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de cables y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm<sup>2</sup> para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos cables se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección encontrado aguas arriba de la instalación.

#### 5.8.6.2. Distribución para Alumbrado de Emergencia

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo) y Reemplazamiento; este último solo para establecimientos sanitarios, localizado en Hospitalizaciones, Quirófanos, U.C.I, Salas de Intervención, Salas de Curas, Paritorios y Urgencias.

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas incandescentes o fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación, y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 3 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Cuando sean del tipo “combinado” con uso especial de vigilancia nocturna, su alimentación será con circuitos de uso exclusivo desde los cuadros de protección del alumbrado normal, siendo el número de circuitos destinado por cuadro a este uso como mínimo de tres, cada uno de ellos alimentado desde un Dispositivo de corriente Diferencial Residual distinto.

La alimentación de aparatos autónomos de emergencia se realizará generalmente desde los mismos circuitos de distribución que lo hacen para el alumbrado normal de cada local en donde se sitúen los aparatos autónomos de emergencia, de tal forma que han de cumplirse las siguientes condiciones:

- La falta de suministro eléctrico en el alumbrado normal debida a cortes de los dispositivos de protección en locales con alumbrado de emergencia deberán dar como consecuencia la entrada automática de éste en un tiempo igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cuando los locales, siendo de pública concurrencia, tengan el alumbrado normal repartido entre tres o más circuitos de distribución, los aparatos autónomos de emergencia instalados también han de repartirse entre ellos.

Esta forma de instalación descrita para los aparatos autónomos de emergencia, exige la incorporación por cada Cuadro Secundario (CS) de protección, de un dispositivo que impida la descarga de los acumuladores de los aparatos autónomos cuando por razones de funcionalidad hay que producir cortes generales periódicamente para el alumbrado en el CS. Por ello todos los CS dispondrán de un telemando para puesta en reposo y realimentación de los acumuladores de los aparatos autónomos controlados desde él.

Por tanto, a cada aparato autónomo de emergencia se le alimentará con dos circuitos: uno a 230 V rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensión nominal de 250 V, y otro para telemando rematado en una toma RJ45 hembra, no apantallada y conector macho RJ45. Cuando los aparatos de emergencia sean del tipo “combinado” se le alimentará con un circuito más de 230 V de uso exclusivo para ellos, rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensiones nominales de 250 V, que serán diferentes y no intercambiables con el otro circuito alimentador a 230 V. con independencia de la solución aquí expuesta, se podrá aceptar cualquier otra siempre que cumpla, en su forma de conexión, la irreversibilidad en las conexiones para los dos o tres circuitos independientes que en uno u otro caso son necesarios para su alimentación.

Todos estos mecanismos, cuando los aparatos de emergencia sean empotrados, quedarán ocultos por encima de los falsos techos, permitiendo ser desconectados a través del hueco que deja el aparato una vez desmontado. El circuito para el telemando se canalizará por tubo independiente del resto de las instalaciones.

Como complemento y herramienta muy práctica en el mantenimiento de los aparatos autónomos de emergencia, es recomendable la incorporación de una Central de Test mediante la cual podrán realizarse las funciones que a continuación se describen sin interferencias en el funcionamiento de los alumbrados normal y de emergencia:

- Chequeo del estado y carga de baterías correcto de todos los aparatos de emergencia de la instalación.
- Prueba periódica para verificación del paso a estado de emergencia y encendido de la lámpara propia, para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Prueba de la autonomía disponible en acumuladores para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Obtención de un informe impreso relacionando el estado de todos y cada uno de los aparatos autónomos de emergencia.

La inclusión en el proyecto de esta Central de Test quedará identificada en la Memoria y Mediciones del proyecto.

La instalación de canalizaciones y cables será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

En cuanto al Alumbrado de Reemplazamiento y Fuerza para Servicios de Seguridad, su instalación partirá desde el grupo electrógeno, utilizando cables resistentes al fuego (RZ1-0,6/1kV (AS+)) según UNE-EN 50.200 hasta los Cuadros Secundarios de la zona protegida con estos servicios. Los Cuadros Secundarios estarán situados dentro del Sector de Incendios propio de la zona protegida, y desde ellos se alimentarán las instalaciones de alumbrado que serán realizadas conforme a las descripciones indicadas anteriormente para el Alumbrado Normal, puesto que en este caso ambas instalaciones (Alumbrado Normal y Alumbrado de Reemplazamiento), para proporcionar “un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo” (ITC-BT-28, punto 3-3.2), tienen que ser la misma. Además, a las zonas dotadas de Alumbrado de Reemplazamiento, se les proyectará una instalación con aparatos autónomos para Alumbrados de Seguridad. Cuando las Salas de Curas estén ubicadas fuera de las zonas donde es exigible el Servicio de Seguridad, el Alumbrado de Reemplazamiento estará cubierto por aparatos autónomos especiales del tipo “combinado” situados sobre el mueble de atención al paciente, que proporcionarán una iluminación sobre él de 500 lux, disponiendo de una autonomía de 2 horas. Asimismo, el Alumbrado de Reemplazamiento



en Hospitalizaciones donde debe garantizarse una iluminación no inferior a 5 lux durante 2 horas como mínimo, se realizará mediante aparatos autónomos de emergencia con autonomía mínima de 2 horas estando todas las instalaciones de estas zonas alimentadas por el grupo electrógeno mediante cables Resistentes al Fuego. Todo ello conforme a la ITC-BT-28 apartado 3.3.2.

Asimismo, para Salas de Intervención y Quirófanos propiamente dichos, así como Camas de U.C.I., se les dotará de “un suministro especial complementario” (ITC-BT-38, punto 2.2) atendido mediante un S.A.I. (Suministro Alimentación Ininterrumpida) por dependencia o conjunto de camas. Este S.A.I. alimentará las lámparas propias para la intervención y fuerza para equipos de asistencia vital, disponiendo de una autonomía igual o superior a 2 horas.

#### 5.8.6.3. Distribución para tomas de corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en material aislante, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta. Cuando las tomas se destinen a usos informáticos, el número que las identifica irá encerrado en un rombo.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm<sup>2</sup>, no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

#### 5.8.6.4. Distribución para Alumbrado Público

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas, separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo de material aislante corrugado reforzado de Ø 63 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado

exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo. Por cada tubo sólo se canalizará un circuito sea este trifásico o monofásico.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de 3×2,5 mm<sup>2</sup>.

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm<sup>2</sup> en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite  $U_L$  sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de 2×25 A para protección de circuitos de salida provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

Esta instalación cumplirá en todo con la ITC-BT-09 del R.E.B.T.

#### 5.8.6.5. Distribución de fuerza para Quirófanos, Salas de Intervención y Camas de U.C.I.

Estas distribuciones se refieren a las alimentaciones de tomas de corriente y redes del sistema de protección en locales alimentados a partir de un Panel de Aislamiento (PA), con transformador separador y dispositivo de vigilancia de aislamientos según ITC-BT-38 punto 2.1.3.

Para estos locales, y en todos aquellos en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la ventilación prevista para ellos asegurará 15 renovaciones de aire por hora y los suelos serán del tipo antielectrostáticos con una resistencia de aislamiento igual o inferior a 1 MΩ.

Estas instalaciones serán siempre empotradas, realizadas mediante tubo de material aislante corrugado reforzado, utilizando tubos independientes (con el mismo trazado) para los conductores activos, de los de protección y de equipotencialidad.



Todas las tomas de corriente se instalarán a una altura superior a 130 cm medidos desde el suelo terminado.

#### *5.8.6.5.1. Red de conductores activos*

Las tomas de corriente serán de 2×16 A con toma de tierra lateral, e irán agrupadas en cajas con seis unidades. Las cajas serán de empotrar con tapa en acero inoxidable, estando las tomas distribuidas en dos columnas de tres tomas numeradas en vertical. Cuando en el local exista más de una caja, estas se identificarán con números. Como previsión, en el centro del quirófano se dejará en reserva, con canalización y sin conductores, una toma rematada en una caja metálica estanca empotrada.

Del mismo modo y partiendo del PA se realizarán dos circuitos: uno para lámparas de iluminación general de techo y apliques de bloqueo de paso con tensión a 231 V, y otro alimentado a través de un transformador de seguridad 231/24 V para la lámpara de operaciones; ambos circuitos constituirán el Alumbrado de Reemplazamiento. En camas de U.C.I. este alumbrado estará cubierto por tres lámparas par-halógenas instaladas en el techo.

Los cables a utilizar serán 450/750 V con sección de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomas de corriente de 2×16 A; de 10 mm<sup>2</sup> para lámpara de operaciones; de 2,5 mm<sup>2</sup> para lámparas iluminación general de techo en quirófanos y de 1,5 mm<sup>2</sup> para lámparas par-halógenas en U.C.I.

El número de circuitos para tomas de corriente serán dos por caja de seis tomas, debiendo alimentar cada uno a una de las dos columnas de tres tomas; un circuito para Negatoscopio y dos para torretas de techo.

Todos los cables deberán quedar numerados y perfectamente identificados en sus extremos haciendo referencia al disyuntor de que se alimenta.

Cada uno de los Paneles de Aislamiento deberá ser alimentado por un S.A.I.

#### *5.8.6.5.2. Red de conductores de protección*

Enlazarán el contacto de tierra de las tomas de corriente con una barra colectora (PT) situada en el PA o caja prevista a tal efecto. Se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde. La sección se calculará para que su impedancia no supere los 0,2 Ω, medida entre la barra colectora y su otro extremo, siendo como mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup>.

Por cada circuito de corriente se instalará un conductor de protección, debiendo quedar perfectamente identificado en sus extremos con las tomas que le corresponde.

#### *5.8.6.5.3. Red de conductores equipotenciales*

Enlazarán (de forma visible en su extremo) todas las partes metálicas accesibles desde el local, con una barra colectora (EE) situada junto a la anterior (PT) y a la que se unirá mediante un conductor de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

Estos conductores se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde designación H07Z1-K (flexibles) con terminales en sus extremos para la conexión. La sección se calculará para que la impedancia no supere los 0,1 Ω, medida entre la barra colectora y la parte metálica conectada, siendo como mínimo de 4 mm<sup>2</sup>.

La conexión del conductor a las partes metálicas se realizará mediante caja de empotrar 23×45 mm con salida de hilos, placa embellecedora y terminal de conexión.

La diferencia de potencial entre partes metálicas y la barra EE no deberá exceder de 10 mV eficaces.

Para la conexión equipotencial de la mesa de operaciones, el cable a utilizar será de 6 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo.

#### 5.8.7. Medidas especiales a adoptar para no interrumpir el suministro eléctrico manteniéndolo seguro.

La aparamenta elegida y el diseño desarrollado para las protecciones eléctricas deben estar especialmente encaminados al cumplimiento obligado de evitar los riesgos por daños que este tipo de instalaciones pueden ocasionar a las personas y bienes inmuebles, conjugando y valorando las necesidades entre el corte del suministro o el mantenimiento del mismo siempre y cuando el riesgo no supere los valores básicos de seguridad establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; debiéndose tener presente que para el uso al que se destina el edificio objeto del proyecto, el corte de suministro eléctrico también puede suponer daños para las personas y bienes inmuebles que, en algunos casos, son juzgados como irreparables.

A tal efecto las medidas a adoptar y propuestas son las siguientes:

1. Se ha de diseñar toda la instalación eléctrica para un esquema del conductor neutro TN-S (neutro puesto a Tierra y masas puestas a Neutro con conductor Separado del neutro). Lo que supone disponer para la instalación de una resistencia de puesta a tierra prácticamente despreciable y no variable ( $R_t=0$ ). En esta situación será posible establecer todas las demás proposiciones que siguen.
2. En casos de Salas de Intervención (quirófanos, paritorios, UCIs, REAs, exploraciones y tratamientos especiales, hemodinamia, etc.) y en general en toda aquella sala donde el paciente se le introduce un electrodo en el cuerpo a través, de un orificio natural u ocasional, el esquema de neutro para la instalación prevista será el IT, utilizando para ello un transformador separador (usos médicos) y un dispositivo de vigilancia de aislamiento eléctrico. Este sistema es recomendable también para instalaciones, reducidas en su distribución a receptores, tales como Centros de Proceso de Datos.
3. La protección contra contactos indirectos se ha de establecer en los primeros escalones de protección mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados, calculados, elegidos y regulados para que en el punto de la instalación donde vayan ubicados, la corriente máxima de defecto a tierra ( $I_d$ ) no de ocasión a tensiones de contacto (sostenidas más de 0,4 segundos) superiores a 50 Voltios, asegurando al propio tiempo que esta corriente de defecto siempre sea superior a la ajustada ( $I_m$ ) en los relés de corto retardo de ese circuito; con lo cual se puede garantizar que el interruptor abrirá por la acción de los relés de “corto retardo” ajustados a la intensidad  $I_m < I_d$ , y la tensión de contacto ( $U_c$ ) nunca superará los 50 Voltios.
4. Asimismo, para los escalones destinados a los circuitos eléctricos alimentadores directos de los receptores en la utilización (últimos escalones), los dispositivos a proyectar para la protección contra contactos indirectos serán mediante Disparo Diferencial por corriente Residual (DDRs) con sensibilidad de 30 mA o 300 mA según sea el uso a que se destina. Así, deben considerarse de 30 mA los utilizados para alumbrado y fuerza tomas de corriente usos varios, y de 300 mA para fuerza tomas de corriente usos informáticos, fuerza

ascensores, fuerza climatización, etc., donde se puede asegurar que la continuidad del conductor de protección, se mantiene. También, y como medida cautelar, todos los DDRs de 30 mA se han de proyectar del tipo “Superinmunizado”, siendo preferentemente tetrapolares. No obstante el empleo generalizado de DDRs de 300 mA podría ser aplicado al disponer para la resistencia de puesta a tierra un valor próximo a cero, ya que el sistema de distribución es TN-S, y para él puede tomarse como referencia la norma UNE-20572.1 según ITC-BT-24 punto 4.1.

5. En general, todos los DDRs han de estar constituidos por un interruptor automático (del poder de corte apropiado) asociado a un bloque de disparo por corriente de defecto. Sólo se pueden incluir los Interruptores Diferenciales “puros” en puntos de la instalación donde la intensidad de la corriente de cortocircuito presunta está limitada o es inferior a 1 kA, estando destinados a la protección de uno o muy pocos receptores.
6. Todos los DDRs de 30 mA previstos para tres o más circuitos alimentadores directos de receptores, han de ser tetrapolares, con lo que las corrientes de defecto debidas a capacidades parásitas de la instalación tienden a compensarse, disminuyéndose con ello notablemente el “disparo intempestivo” de los DDRs.
7. Todos los Interruptores Automáticos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se proyectarán para una Intensidad de Corte Último ( $I_{cu}$ ) igual o superior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de la instalación donde va ubicado.
8. El diseño de los diferentes escalones sucesivos de protección se debe realizar siguiendo criterios que garanticen la selectividad en el disparo frente a corrientes de cortocircuito (ITC-BT-19, punto 2.4), avalados y justificados mediante la documentación técnica editada por el fabricante de la aparamenta y cálculos que han de acompañarse; siendo el orden para la numeración de escalones en el sentido de “aguas arriba” (primeros escalones) hacia “aguas abajo” (últimos escalones).
9. La regulación de las intensidades de disparo en los interruptores automáticos con relés de “largo retardo” ( $I_r$ ) y relés de “corto retardo” ( $I_m$ ) han de calcularse para que cumplan con todas y cada una de las siguientes condiciones:
  - Las impuestas por el fabricante de la aparamenta para disponer de Selectividad en el disparo por cortocircuito entre los diferentes escalones de protección. Para ello, también se debe tener en cuenta que en los Cuadros Secundarios y Locales (últimos escalones aguas abajo) los interruptores automáticos proyectados sean con relés fijos (no regulables).
  - Las impuestas por cálculo a fin de que los tramos de circuitos desde el CGBT de llegada de transformadores hasta los escalones con dispositivos DDRs, queden protegidos contra contactos indirectos mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados en los escalones anteriores aguas arriba de la instalación.
  - Que la intensidad regulada en el disparador de “largo retardo” ( $I_r$ ) sea igual o inferior a la máxima admisible por el conductor que protege, e igual o superior a la calculada para la potencia instalada que alimenta.
10. En todos los casos el conjunto formado por el cable y el interruptor automático que le protege, han de asegurar por cálculo para el primero que, frente a un

cortocircuito en su extremo más alejado eléctricamente del origen de la instalación, el tiempo de apertura del segundo es tal que la “solicitud térmica” a la que se verá dicho cable, por tal efecto, es inferior a la garantizada por el fabricante del mismo.

#### 5.8.8. Iluminación de Interiores.

Para su diseño se tendrá en cuenta todas las recomendaciones de la Norma UNE-12464.1 referente al Confort Visual, Prestaciones Visuales y Seguridad, definidos por la **Iluminación mantenida ( $E_m$ )**, **Índice de Deslumbramiento Unificado ( $UGR_L$ )** e **Índices de Rendimiento de Colores ( $R_a$ )**.

## 5.9. REDES DE TIERRAS

### 5.9.1. Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto  $V_d$  generará una corriente  $I_d$  de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la  $V_d$  pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión máxima de contacto  $U_L$  a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto  $I_{mc}$ . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE:  $U_L = 65V$  e  $I_{mc} = 50 \text{ mA}$ , lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo)  $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$ .

El R.E.B.T. toma como límite para la tensión de contacto ( $U_c$ ) **50V** (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a  $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$ ; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto  $V_d$ , de lugar a una corriente  $I_d$  suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,4 segundos, para una tensión no superior a 230 voltios (ITC-BT-24).

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto  $U_c$  superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto  $I_d$  sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de cables a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos cables podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

### 5.9.2. Redes de tierra independientes

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

#### 5.9.2.1. Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm de diámetro, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10  $\Omega$ , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros, para considerarse independiente.

#### 5.9.2.2. Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

1. Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
2. Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
3. Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán, de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a  $8\Omega$ , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de  $2\Omega$ .

#### 5.9.2.3. Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de  $35\text{ mm}^2$  de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con  $\varnothing 1,4\text{ cm}$  y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores  $62\times 50\text{ cm}$  de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de  $25\times 4\text{ cm}$  con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT, permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizados en tubo aislante.

#### 5.9.2.4. Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.



Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra, intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los  $2\Omega$ .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de calculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles, utilizando para ello el “Método de Wenner”.

#### 5.9.2.5. Enlace entre las Redes establecidas

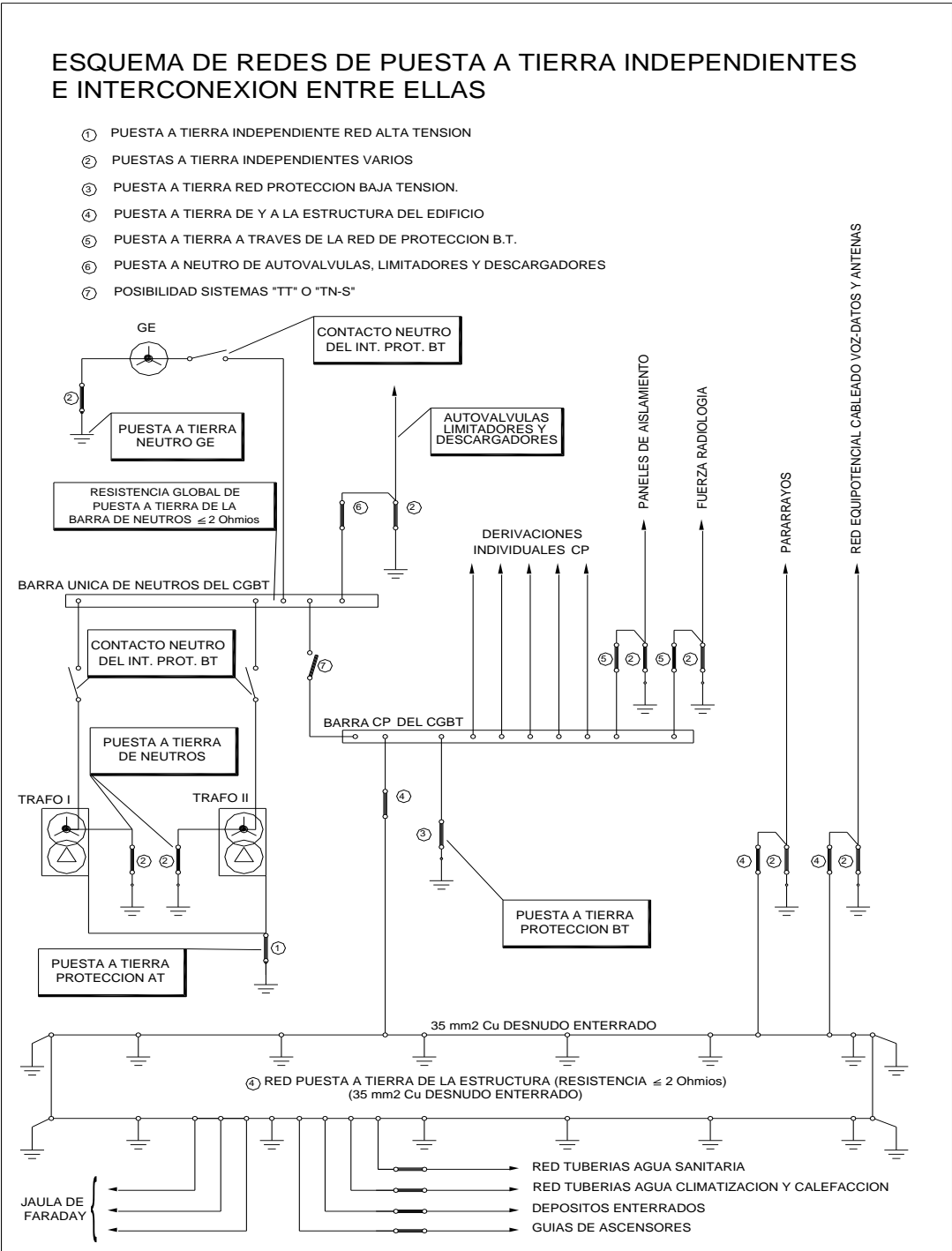
Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que



proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un regimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la  $R_t$  del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto ( $I_d$ ) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a  $V_d = 1000$  V, que es la condición a cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ( $I_{cc} \leq 16$  kA) con acometida subterránea.

El valor de  $I_d \leq 500$  A deberá ser garantizado por la Compañía Suministradora en función de las condiciones que para el estado del Neutro tenga la red de A.T. con la que suministrará acometida al Centro de Transformación.

Para más detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema general siguiente.



## 5.10. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

### 5.10.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con cables en cobre, designación ES07Z1-K-450/750V (AS) aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo "CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN" de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>, separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.
11. Los destinados a ambos usos de Alumbrado Normal y alumbrado de Reemplazamiento, su encendido no será por cebador, y además dispondrán de un fusible aéreo de 2 Amperios por cada luminaria.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a **compatibilidad Electromagnética** tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

#### 5.10.2. Tipos de Luminarias

##### 5.10.2.1. Luminarias fluorescentes de interior

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias, cuando sea necesario, se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:

- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

a1) Componente óptico doble parabólico aluminio especular.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 1×35W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 70%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 74%.

b1) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 60%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 67%.

c1) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 69%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:

a2) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 63%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

b2) Componente óptico doble parabólico aluminio mate.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 49%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

c2) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de

polycarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

a) Con reflector abierto:

- Luminaria de 1×18W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

b) Con reflector y cierre de cristal:

- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

c) Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 51%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 53%.

#### 5.10.2.2. Regletas industriales y luminarias herméticas para interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en polycarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

#### 5.10.2.3. Aparatos especiales y decorativos para interior

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o

Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

#### 5.10.2.4. Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

#### 5.10.2.5. Luminarias de Alumbrado Público y sus soportes

Se incluyen únicamente las destinadas a iluminación de viales y pasos peatonales. Todas ellas cumplirán con la ITC-BT-09 en sus puntos 6,7 y 8, así como con las normas UNE que en ellos se indican.

Para la determinación del tipo de luminaria, altura de postes y báculos, así como clase de lámpara, se tendrá muy en cuenta las normas particulares y entornos del lugar donde vayan a ir instalados. Todos estos condicionamientos, cuando existan, vendrán justificados en la Memoria del Proyecto. De no especificarse lo contrario, este tipo de alumbrado se realizará con luminarias reflectoras para montaje sobre báculo en viales, y luminarias ornamentales sobre poste en áreas peatonales. Todas ellas para lámpara de descarga de forma elipsoidal o tubular. No se admitirán lámparas que tengan filamento (incandescencia y luz mezcla).

La disposición de luminarias en los viales proporcionará unos niveles medios de iluminancia de 15 lux con una uniformidad del 0,3.

En pasos peatonales y jardines, las zonas iluminadas dispondrán de 7 lux con una uniformidad del 0,2.

La elección de luminaria, distancia entre ellas y altura de báculos y postes, deberá justificarse mediante los cálculos correspondientes.

Las luminarias reflectoras serán en fundición de aluminio inyectado con reflector de reparto asimétrico en chapa del mismo material pulido, electroabrillantado y anodizado. Podrán ser abiertas o cerradas según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando lleven sistema de cierre, será del tipo cubeta transparente en policarbonato con junta de estanqueidad y cierres de acero protegido por baño electrolítico. Llevarán incorporado el equipo de encendido, siempre en A.F. y con portalámparas de porcelana. Su grado de protección deberá ser Clase II-IP 55. El acabado será en pintura electrostática en polvo polimerizada a alta temperatura.

Las luminarias ornamentales corresponderán con el tipo descrito en Memoria y Mediciones, siempre con difusor en policarbonato, equipo de encendido en A.F. incorporado y portalámparas de porcelana. Su grado de protección será Clase II-IP 55.

Los báculos, postes y brazos murales que sirven de soporte a las luminarias, serán en chapa de acero galvanizada en caliente. Los báculos y postes dispondrán en su base (a 300 mm como mínimo del suelo) de una portezuela de registro para conexiones y protecciones eléctricas, cuyo grado de protección, una vez cerrada, ha de ser IP-44 como mínimo.

La conicidad será del 13% y el diámetro mínimo de la base 142 mm para báculos de 6 m y 130 mm para postes de 4 m. La inclinación del brazo en los báculos respecto a la horizontal podrá ser de 3º a 15º con un radio de curvatura de 1 m y su longitud de 1,5 m hasta 6 m de altura, y de 2 m para los de mayor altura. El espesor de la chapa con la que han de ser contruidos será de 3 mm hasta los de 9 m de altura, y de 4 mm para los de mayor altura.

#### 5.10.3. Componentes para luminarias

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretodo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

##### 5.10.3.1. Reactancias o balastos

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.



La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Las instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los cables entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:



TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
		55 W	FSDH-55-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
COMPACTA PLANA 4 T	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W

	36 W	32 W	FSS-36-E- 2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E- G24q=1  FSQ-10-I- G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E- G24q=1  FSQ-13-I- G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E- G24q=2  FSQ-18-I- G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E- G24q=3  FSQ-26-I- G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I- GX24d=2  FSM-18- E-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I- GX24d=3  FSM-26- E-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32- L/P- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42- L/P- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10- GR10q  FSS-10- L/P/H- GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W

	16 W	14 W	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
	28 W	25 W	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/P/H-GRY10=q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto los balastos deberán ser Clase A2 para los electrónicos o Clase B1 para los magnéticos.

5.10.3.2. Lámparas fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=80.

#### 5.10.3.3. Lámparas fluorescentes compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

#### 5.10.3.4. Lámparas de descarga de forma elipsoidal

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (Ra>60).

#### 5.10.3.5. Lámparas varias

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

### 5.11. PARARRAYOS

#### 5.11.1. Generalidades

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE - IPP (pararrayos).
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.

#### 5.11.2. Componentes

##### 5.11.2.1. Cabeza captadora

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

##### 5.11.2.2. Mástil

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

##### 5.11.2.3. Elementos de puesta a tierra

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra, que serán como mínimo dos por cabeza captadora.

El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el

interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud  $\varnothing$  24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6x30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de  $\varnothing$  60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. **Instalación Captadora:** tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8mm de  $\varnothing$ , fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
2. **Derivador:** es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior proyectado de la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.
3. **Electrodo de puesta a tierra:** su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

Cuando los edificios sean extensos y de poca altura donde necesariamente se han de utilizar más de un pararrayos sobre mástil, en el caso de necesitarse protección superior a Nivel 1, se utilizarán las bajantes de los pararrayos como derivadores de la instalación captadora adicional de las "medidas especiales complementarias".

6 PRESUPUESTO

CAPÍTULO C16 ELECTRICIDAD		CanPres	PrPres	ImpPres
SUBCAPÍTULO SC1601 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				
E0020101	<b>Ud Cabina metál. entrada-salida SF6</b> Cabina metálica para Llegada o Salida, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT, Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	2.225,42	8.901,68
E0020104	<b>Ud Cabina met. protec. general SF6</b> Cabina metálica para Protección de línea de salida a 15 kV, gama SM6, tipo DM1 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, interruptor automático SFSET con relés VIP300, juego de barras, tres captadores con piloto luminoso, mandos CS1 y RI. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	11.255,33	22.510,66
E0020109	<b>Ud Cabina met. protec. trafo SF6</b> Cabina metálica para Protección de Transformador, gama SM6, tipo DM1 400-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, interruptor automático SF1 con relés VIP201, juego de barras, tres captadores con piloto luminoso, mandos CS1 y RI. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	9.989,35	59.936,10
E0020103	<b>Ud Cabina metálica remonte SF6.</b> Cabina metálica para remonte de cables gama SM6, tipo GAME, de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo, juego de barras, soporte para cables de M.T.Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	749,01	1.498,02
E0020107	<b>Ud Cabina metálica medida SF6</b> Cabina metálica para Medida en M.T., gama SM6, tipo GBC-630-24-20 (en una de sus variantes) de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: tres transformadores de intensidad y tres de tensión según normas de la Cia. Suministradora, juego de barras y accesorios, según variante. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	4.816,77	9.633,54
E00201011	<b>Ud Cabina metál. int-pasante SF6</b> Cabina metálica para seccionamiento con interruptor pasante, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	2.857,35	5.714,70
E0020302	<b>Ud Puentes A.T. trafo.</b> Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	719,65	2.158,95
E0020306	<b>Ud Sist.cabl.ventilad.p/trafos</b> Cableado para alimentación de ventiladores de los transformadores de potencia. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	166,35	499,05
E0020305	<b>Ud Sist.cabl.control temp.trafos</b> Cableado para sistema de aviso y disparo por temperatura de los transformadores de potencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	76,19	228,57
E0020320	<b>Ud Sistema cableado enclavamiento eléctrico</b> Sistema de cableado para enclavamientos y disparo de los interruptores de transformadores en M.T. y B.T, completo de accesorios, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	115,77	347,31
E0020303	<b>Ud Protección de celdas trafos.</b> Protección desmontable de chapa ciega con mirilla, doble hoja, para celdas de transformadores, según Pliego Condiciones, incluso herrajes para cantoneras de tabiques, todo ello pintado al esmalte; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	1.149,30	3.447,90



E0050107	<b>MI Cond. DHZ1-12/20 kV 1x240mm2 Al</b> Conductor DHZ1-12/20 kV 1x240 mm2 Aluminio, BICC General o equivalente, VULPREN, aislamiento EPR, según normas: UNE-21123, UNE-21147.1 y .2, IEC-754.1 y .2, IEC-502, RU-3305-C; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	722,00	8,38	6.050,36
E0220132	<b>MI Bandeja met. c/tapa Sendz 60x200</b> Bandeja metálica con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	714,00	29,19	20.841,66
E0020422	<b>Ud Kit terminal enchufable 12/20 kV</b> Kit terminal enchufable 12/20 kV para cable de aluminio de 240 mm2, K440TB-P-240M-12-1, todo ello instalado, conectado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	8,00	480,71	3.845,68
E0020317	<b>Ud Carriles soporte transformador</b> Juego de dos carriles para soporte de transformador constituido por perfil U-100 empotrado en el suelo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	112,38	337,14
E0020313	<b>Ud Conjunto elementos auxiliares</b> Conjunto de elementos auxiliares para señalización, prevención y maniobra del centro de transformación, según Memoria y Pliego de Condiciones, incluso tablero con protección transparente conteniendo esquema eléctrico de la instalación, placa de primeros auxilios, placa de cinco reglas de oro, reglamento de servicio, etc; todo ello instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	977,83	3.911,32
E0020315	<b>Ud Extractor helicoidal mural II 12300 m3/h</b> Extractor helicoidal mural de SOLER & PALAU o equivalente, con motor monofásico a 230 V, 980 W, 1.320 rev/min y 12.300 m3/h, modelo HCBB/4-560/H, completo de accesorios de unión y fijación, con persiana PER-560 W, cajón metálico de descarga y termostato de regulación, incluso circuitos de alimentación eléctrica y control, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	590,86	1.181,72
E0020314	<b>M2 Red equipotencial del suelo.</b> Red equipotencial del suelo en el Centro de Transformación mediante un emparrillado en toda la superficie, formado por redondo de 4 mm de diámetro en hierro, con soldaduras en los cruces, enterrado a 10 centímetros del suelo terminado y conectado a la red de tierra de Protección en A.T.; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	56,00	9,94	556,64
E0020312	<b>Ud Red puesta a tierra Prote.AT.</b> Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión para todos los componentes metálicos soporte de las instalaciones y red equipotencial del suelo, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	1.350,37	5.401,48
E0020311	<b>Ud Puesta a tierra neutro trafo</b> Puesta a tierra de neutro de transformador realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	579,00	1.737,00
E02909	<b>Ud Bateria fija condensador 110 kVAr 440V</b> Bateria fija de condensadores 110 kVAr 440 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. VAR-PLUS H 52477, formado por condensadores montados base contra base sobre zócalo metálico, grado de protección IP31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	1.566,28	4.698,84
E02910	<b>Ud Bateria condensador 405 kVAr 400V</b> Bateria automática de condensadores 405 kVAr 400 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. RECTIMAT 2 52623, montado en armario de chapa con rejilla de ventilación, grado de protección IP31, incluso transformadores de intensidad y suma e interruptor automático 4x630 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	10.820,45	32.461,35

E010110	Ud PC1.- Trafo resina epoxi 1.600kVA 15.000/420 V			
	PC1.- Transformador trifásico de potencia MERLIN GERIN-TRIHAL o equivalente, según Memoria y Pliego de Condiciones, encapsulado en resina epoxi, clase F, según CEI-726, con sondas, ventilación forzada, armario de control y disparo por temperatura, ruedas y demás elementos accesorios, y las siguientes características: Potencia, 1.600 kVA; tensión primario, 15000 V +-5+-7.5%; tensión secundario, 3x420/242 V; frecuencia, 50 Hz; tensión de cortocircuito, 6%; grupo conexión Dy11 n; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADIC-TORIO)			
		3,00	39.293,34	117.880,02
	TOTAL SUBCAPÍTULO SC1601 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....			313.779,69

SUBCAPÍTULO SC1602 GRUPO ELECTRÓGENO				
E0010215	<b>Ud Grupo electrógeno 1450 kVA (emergencia)</b> Grupo Electrógeno con motor diesel MITSUBISHI tipo S12R-PTA o equivalente, turboalimentado, con una potencia en continua de 1110 kW y 1210 kW en emergencia al volante a 1.500 rev/min, y alternador trifásico LEROY SOMER tipo LSA50.1M7 o equivalente de 1325 kVA en continua y 1450 kVA en emergencia a 50 Hz y tensión de 3x230/400 V, provisto de arranque y parada automáticos por fallo o vuelta del suministro normal, autorregulado provisto de radiador separado para instalar fuera de la bancada del grupo, resistencia de calentamiento para el agua del circuito de refrigeración, flexible de escape, fuelle de canalización de aire entre el radiador del grupo y la rejilla de salida, silenciadores de gases de escape, cuadro eléctrico de control, maniobra y protección mediante un interruptor automático de 4x2500A, baterías, depósito de combustible de 3000 litros, antivibradores, etc.; legalizado, instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	180.638,49	361.276,98
E0010240	<b>MI Chimenea doble salida de gases.</b> Chimenea doble para salida de gases procedentes de la combustión, construida en tubo de acero inoxidable de alta calidad AISI 304 o 316, tipo DINAK o equivalente de 600 mm, incluyendo parte proporcional de codos, fijaciones, abrazaderas, etc, partiendo desde el silenciador y con capuchon final antilluvia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	34,00	731,71	24.878,14
E0010242	<b>Ud Silencioso de relajación 1E/1S</b> Conjunto de silenciadores de relajación ( 1 de entrada y 1 de salida) y rejillas para el aire de ventilación del grupo electrógeno; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	10.723,53	10.723,53
E00102421	<b>Ud Silencioso de relajación 1E/2S</b> Conjunto de silenciadores de relajación ( 1 de entrada y 2 de salida) y rejillas para el aire de ventilación del grupo electrógeno; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	16.859,93	33.719,86
E024701	<b>Ud Circuito mando y alimentación GE</b> Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares incluido detectores de tensión, para arranque, parada, conmutación y maniobra del grupo electrógeno, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	1.549,22	3.098,44
E160201	<b>Ud Cuadro control y acoplamiento en paralelo</b> Cuadro de control sincronismo, maniobra y acoplamiento para dos grupos electrógenos, conteniendo todos los elementos propios de sus funciones, incluso detectores de tensión y dos interruptores automáticos magnetotérmicos 4x2500 A motorizados, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	44.246,44	88.492,88
E160207	<b>Ud Transporte y montaje GEs</b> Transporte y montaje "insitu" de todos los componentes de la instalación del grupo electrógeno, incluso pruebas, preparación del personal en el manejo, documentación técnica, impuestos, etc.; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	18.335,95	36.671,90
E024801	<b>Ud Puesta a tierra neutro G.E.</b> Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrógeno realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	538,54	1.077,08
TOTAL SUBCAPÍTULO SC1602 GRUPO ELECTRÓGENO....				559.938,81

SUBCAPÍTULO SC1603 CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA

E0981	<p><b>Ud Panel metálico 2100x1200x1000 mm</b></p> <p>Panel metálico de 2100x1200x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	2,00	1.522,10	3.044,20
E0980	<p><b>Ud Panel metálico 2100x1000x1000 mm</b></p> <p>Panel metálico de 2100x1000x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	8,00	1.407,59	11.260,72
E1102	<p><b>Ud Panel metálico 2000x900x500 mm</b></p> <p>Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener, estará pintado al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 2000x900x500 mm., grado de protección IP 307, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	12,00	966,41	11.596,92
E0090112	<p><b>Ud Cofret met.emp. p/trans. 6f 216m</b></p> <p>Cuadro para montaje empotrado enteramente metálico, pintado en blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente y bloqueada por cerradura, la segunda fijada por tornillos y troquelada para maniobra de aparamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a contener y de dimensiones, como mínimo 1160x825x120 mm, capacidad 6 filas y 216 módulos de 18 mm, distancia entre perfiles 150mm, grado de protección IP 31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	40,00	424,94	16.997,60
E0090150	<p><b>Ud Cuadro empotrar aislante 2f 24m</b></p> <p>Cuadro eléctrico de material aislante para montaje empotrado, GEWISS o equivalente, serie 40CD, ref. GW40231, de color blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente color gris humo, la segunda fijada a presión y troquelada para maniobra de aparamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a contener y de dimensiones 310x330x80 mm, capacidad 2 filas y 24 módulos de 18 mm, grado de protección IP 40, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	136,00	57,60	7.833,60
E2708	<p><b>Ud Barraje con pletina Cu. 100kA</b></p> <p>Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión electrica entre aparamentas en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 100 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	10,00	434,77	4.347,70
E2709	<p><b>Ud Barraje con pletina Cu. 50kA</b></p> <p>Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión electrica entre aparamentas en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 50 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	12,00	174,17	2.090,04
E1196	<p><b>Ud Elemen.auxil.accesor,etiquet.</b></p> <p>Elementos auxiliares, bornas, accesorios, etiqueteros indicadores, canaleta, etc, incluso cableado y acabado de cuadros eléctricos, todo ello fijado e instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	30,00	68,00	2.040,00
E0100350	<p><b>Ud Analizador de redes eléctricas</b></p> <p>Analizador de redes CIRCUTOR o equivalente, tipo CVMk versión estándar (LCD), con transformadores de intensidad y fusibles; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	8,00	492,50	3.940,00
E01383	<p><b>Ud Inversor automático de redes 4x1250A</b></p> <p>Inversor automático de redes 4x1250A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VE 1250, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x1250A superpuestos y enclavados, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tension, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.</p>	1,00	3.723,42	3.723,42

E013841	<b>Ud Inversor automático de redes 4x1600A</b> Inversor automático de redes 4x1600A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VE 1600, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x1600A superpuestos y enclavados, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	4.150,99	8.301,98
E01305a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x125A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x125 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	32,00	70,70	2.262,40
E01306a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x160A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x160 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	80,88	161,76
E01307a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x250A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x250 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	139,55	279,10
E01308a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x400A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x400 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	182,18	364,36
E01309a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x630A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x630 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	250,78	1.253,90
E01313a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x800A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x800 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	565,84	1.697,52
E01310a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x1000A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x1000 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	662,32	1.986,96
E01320	<b>Ud Int. manual corte carga 2x40A</b> Interruptor manual de corte en carga I40, 2x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	75,00	25,27	1.895,25
E013221	<b>Ud Int. manual corte carga 4x40A</b> Interruptor manual de corte en carga I40, 4x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	42,17	126,51
E01322	<b>Ud Int. manual corte carga 4x63A</b> Interruptor manual de corte en carga I63, 4x63A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	44,04	176,16
E01001130	<b>Ud Bloque diferencial 2x40A/30mA SI</b> Bloque diferencial de 2x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	35,00	94,01	3.290,35
E0100115	<b>Ud Bloque diferencial 2x63A/300mA</b> Bloque diferencial de 2x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	11,00	115,15	1.266,65

E01001170	<b>Ud Bloque diferencial 4x40A/30mA SI</b> Bloque diferencial de 4x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	84,00	125,48	10.540,32
E0100118	<b>Ud Bloque diferencial 4x25A/300mA</b> Bloque diferencial de 4x25A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN O equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	9,00	103,65	932,85
E0100119	<b>Ud Bloque diferencial 4x63A/300mA</b> Bloque diferencial de 4x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	29,00	132,27	3.835,83
E011502	<b>Ud Bloque diferencial int. 250A</b> Dispositivo difrencial residual Vigí MH de MERLIN GERIN o equivalente adaptable al interruptor automático modelo NS250, 4x250, de MERLIN GERIN o equivalente, sensibilidad regulable entre 0,03 y 3 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	828,09	2.484,27
E0100133	<b>Ud Int. dif. Clase A 2x40A/30mA SI</b> Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 2x40A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	95,00	94,45	8.972,75
E01001331	<b>Ud Int. dif. Clase A 4x25A/30mA SI</b> Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 4x25A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	155,10	465,30
E01002931	<b>Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/30mA SI</b> Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	8,00	101,36	810,88
E0100293	<b>Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/30mA SI</b> Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	101,90	407,60
E01002933	<b>Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/300mA SI</b> Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 300 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	12,00	100,68	1.208,16
E01002932	<b>Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/10mA</b> Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 10 mA, clase A, poder de corte 4,5 kA, curva C, DPNa Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	8,00	115,55	924,40
E010029511	<b>Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x20A/300mA SI</b> Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x20A, sensibilidad 300mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	102,01	408,04
E01115	<b>Ud Inter.aut. 4x160A, r-elec 100A, 36 kA</b> Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 100 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	535,10	1.070,20
E01116	<b>Ud Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 36 kA</b> Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	35,00	563,42	19.719,70
E011163	<b>Ud Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 150 kA</b> Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160L, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	1.009,63	2.019,26

E01121	<b>Ud Inter.aut. 4x250A, r-elec, 36 kA</b> Interrupor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250N, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	1.017,45	2.034,90
E011213	<b>Ud Inter.aut. 4x250A, r-elec, 150 kA</b> Interrupor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250L, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	1.642,59	4.927,77
E011303	<b>Ud Inter.aut. 4x400A, r-elec, 150 kA</b> Interrupor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400L, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	2.124,77	12.748,62
E011353	<b>Ud Inter.aut. 4x630A, r-elec, 150 kA</b> Interrupor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS630L, con relés electrónicos STR23SE de 630 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	7,00	2.514,97	17.604,79
E011552	<b>Ud Inter.aut. 4x800A, 150 kA fijo manual</b> Interrupor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	5.302,87	10.605,74
E011562	<b>Ud Inter.aut. 4x1000A, 150 kA fijo manual</b> Interrupor automático fijo con mando manual 4x1000 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS1000L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	6.389,62	31.948,10
E0115711	<b>Ud Inter.aut. 4x1600A, 85 kA fijo manual</b> Interrupor automático fijo con mando manual 4x1600 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS1600Hb, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 85 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado , según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	6.211,40	12.422,80
E0100299	<b>Ud Int. aut. 2x6A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 2x6A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	47,00	46,83	2.201,01
E0100201	<b>Ud Int. aut. 2x10A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 2x10A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	612,00	28,15	17.227,80
E0100202	<b>Ud Int. aut. 2x16A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 2x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	567,00	28,56	16.193,52
E0100203	<b>Ud Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	29,23	87,69
E0100205	<b>Ud Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	54,00	37,61	2.030,94



E0100209	<b>Ud Int. aut. 4x16A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 4x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	56,25	225,00
E0100210	<b>Ud Int. aut. 4x20A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 4x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	28,00	57,62	1.613,36
E0100211	<b>Ud Int. aut. 4x25A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 4x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	11,00	55,74	613,14
E0100212	<b>Ud Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	168,00	70,28	11.807,04
E0100213	<b>Ud Int. aut. 4x63A, 6-10 kA, B.</b> Interrupor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	143,89	719,45
E0100225	<b>Ud Int. aut. 4x40A, 6-10 kA,C.</b> Interrupor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	63,03	126,06
E0100227	<b>Ud Int. aut. 4x63A, 6-10 kA,C.</b> Interrupor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	131,62	789,72
E0100340	<b>Ud Contacto auxiliar doble señalización</b> Contacto auxiliar doble de señalización abierto/cerrado y defecto, MERLIN GERIN o equivalente, modelo OF+OF/SD; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	210,00	19,61	4.118,10
E0100370	<b>Ud Contactor 2x25A 2NA I-0-A</b> Contactor modular con mando modular 2x25A MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT MAN 25A 2NA, 230/240 V, silencioso <20 dB, con selector de 3 posiciones: I-0-A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	148,00	35,94	5.319,12
E0070196	<b>Ud Telemando reposo y reencendido 100 aparatos</b> Telemando, para puesta en reposo y reencendido en caso de fallo de red, de aparatos autónomos de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo TD-100, con capacidad para 100 luminarias; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	27,00	109,32	2.951,64
E0911048	<b>Ud Int-secc. fusibles 3x250A/160A</b> Interrupor-seccionador tripolar para fusibles NFC o DIN, tamaño 1, de 250 A, TELEMECÁNICA o equivalente, ref. GS1-N3, incluso tres cartuchos fusibles de 160A T1; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	6,00	258,32	1.549,92
E0911052	<b>Ud Base para fusible 1P 2500 A</b> Base portafusible 1 polo para fusibles hasta 2500 A, NH4 con percutor, SOCOMEC-GAVE o equivalente, ref. 73060001, con contacto auxiliar de indicación de fusión de fusible; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	10,00	568,04	5.680,40



E0901182	<b>Ud Fusible NFC aM 1250A T4</b> Fusible de cuchillas con percutor NH tipo aM de 1250 A, tamaño 4, conforme a normas NFC, SO-COMEC-GAVE o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	167,04	501,12
E09011821	<b>Ud Fusible NFC aM 800A T4</b> Fusible de cuchillas con percutor NH tipo aM de 800 A, tamaño 4, conforme a normas NFC, SO-COMEC-GAVE o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	9,00	150,23	1.352,07
E090011	<b>Ud Panel Aislamiento II Quirófano</b> Panel de aislamiento para Quirófano según ITC-BT-38 y UNE 20615 con un transformador monofásico 7,5 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 1 transformador de aislamiento 230/24V de 1000 VA, 1 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 4x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga de 4x63A, 1 interruptor manual de corte en carga de 2x40A, 1 int. autom. 4x25A, 1 int. autom. 2x25A, 2 int. autom. 2x16A, 14 int. autom. 2x10A, 1 int. autom. 3x2A, 1 int. autom. 2x2A, 1 vigilante de tensión, 1 contactor con selector de 3 posiciones 4x40 NA, 1 termostato y barrajes de equipotencial y de protección, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	3.383,68	13.534,72
E090039	<b>Ud P. Aislamiento II 1 Cama</b> Panel de aislamiento para 2 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 1 transformador monofásico 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 2 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga 4x63A, 1 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	1.809,40	9.047,00
E090040	<b>Ud P. Aislamiento II 2 Camas</b> Panel de aislamiento para 2 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 2 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 2 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 2 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 2 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	2.739,42	5.478,84
E090041	<b>Ud P. Aislamiento II 3 Camas</b> Panel de aislamiento para 3 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 3 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 3 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 3 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 3 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	3.580,22	7.160,44
E090042	<b>Ud P. Aislamiento II 4 Camas</b> Panel de aislamiento para 4 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 4 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 4 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 4 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 4 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	4.667,90	18.671,60
E090047	<b>Ud P. Aislamiento II 7 Camas</b> Panel de aislamiento para 7 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 7 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 7 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 7 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 7 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema			

	eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	7.447,68	7.447,68
E090048	<b>Ud P. Aislamiento II 8 Camas</b> Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 8 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 8 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 8 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 8 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	8.288,48	33.153,92
E090049	<b>Ud P. Aislamiento II 10 Camas</b> Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 10 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 10 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 10 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	10.251,88	30.755,64
E090050	<b>Ud P. Aislamiento II 12 Camas</b> Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 12 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 12 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 12 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	12.052,44	24.104,88
E1210	<b>Ud Repetidor alarma P. Aislamiento</b> Repetidor de alarmas paneles aislamiento de AFEISA o equivalente, modelo REP-M DAP, según ITC-BT-38, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	26,00	164,38	4.273,88
E1212	<b>Ud Caja barras colectoras tierras.</b> Caja de barras colectoras para tierras de redes de protección y equipotencialidad, con tapa en acero inoxidable, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	30,00	130,26	3.907,80
E040160	<b>Ud Panel sinóptico remoto autonomía batería</b> Panel sinóptico remoto para visualización de autonomía de batería (en minutos) en caso de fallo de red de alimentación; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	7,00	614,53	4.301,71
E03916	<b>Ud SAI III / II 7 kW - 5kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 5 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	9.039,71	45.198,55
E03909	<b>Ud SAI II / II 3 kW - 6kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 3 kW de potencia activa en salida y autonomía de 6 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios			

	de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03903	<b>Ud SAI II / II 4 kW - 8kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 4 kW de potencia activa en salida y autonomía de 8 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información tecnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	5.505,49	16.516,47
E03910	<b>Ud SAI III / III 9 kW - 18kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1200x1000x800 mm (Baterías), de 9 kW de potencia activa en salida y autonomía de 18 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información tecnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	6.789,33	13.578,66
E03901	<b>Ud SAI III / III 12 kW - 24kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 12 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información tecnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	12.878,61	25.757,22
E03922	<b>Ud SAI III / III 15 kW - 24kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 15 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información tecnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	13.620,33	13.620,33
E039026	<b>Ud SAI III / III 20 kW - 28kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 20 kW de potencia activa en salida y autonomía de 28 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información tecnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	14.511,24	29.022,48
E03908	<b>Ud SAI III / III 7 kW - 9kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1200x450x800 mm (Baterías), de 7 kW de potencia activa en	2,00	18.797,69	37.595,38

	salida y autonomía de 9 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	11.150,37	22.300,74
E03904	<b>Ud SAI III / II 8 kW - 4kWh 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 8 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	9.088,35	27.265,05
E04013	<b>Ud SAI 230/230V 50 Hz 1,5 kW - 0,5 kWh</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI), ENERDATA o equivalente, tecnología ON LINE doble conversión, tensión de entrada y salida monofásica 230 Vca, de 1,5 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,5 kWh, integrable en rack 19" de Repartidor de Voz-Datos, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento; según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	19,00	1.219,12	23.163,28
E03918	<b>Ud SAI II / II 0,7 kW - 10 min 50 Hz</b> Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología LINE INTERACTIVE, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 180x140x375 mm, de 0,7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,12 kWh, ENERDATA o equivalente, panel indicador de estado, ondulator estático, puerto RS232, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	230,00	104,97	24.143,10
E098111	<b>Ud Cuadro protección Cocina</b> Cuadro de protección para fuerza en Cocina General , de acuerdo con los planos de planta y esquema eléctrico proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	9.517,88	9.517,88
E098112	<b>Ud Cuadro protección Cafetería</b> Cuadro de protección para fuerza en Cafetería, de acuerdo con los planos de planta y esquema eléctrico proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	3.421,13	6.842,26
ELE0100105	<b>Ud PC1.- Int. dif. Clase A 2x25A/300mA.</b> PC1.- Interruptor diferencial de 2x25A/300 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	1,00	91,07	91,07
ELE01002938	<b>Ud PC1.- Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/300mA SI</b> PC1.- Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 300 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	1,00	105,17	105,17
ELE1001161	<b>Ud PC1.- Bloque diferencial 4x25A/30mA SI</b> PC1.- Bloque diferencial de 4x25A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	2,00	147,95	295,9
ELE1002051	<b>Ud PC1.- Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, D.</b> PC1.- Interruptor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	4,00	71,08	284,32

ELE01002121	<b>Ud PC1.- Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, D.</b> PC1.- Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	12,00	138,65	1.663,80
ELE1002031	<b>Ud PC1.- Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, D.</b> PC1.- Interruptor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	1,00	60,63	60,63
ELE100217	<b>Ud PC1.- Int. aut. 2x25A, 6-10 kA,C.</b> PC1.- Interruptor automático de 2x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	4,00	33,21	132,84
ELE1002242	<b>Ud PC1.- Int. aut. 4x32A, 6-10 kA,C.</b> PC1.- Interruptor automático de 4x32A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado., según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	4,00	68,64	274,56
ELE011551	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x800A, 70 kA fijo manual</b> PC1.- Interruptor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800H, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)	1,00	3.981,48	3.981,48
ELE011162	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 70 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160H, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	3,00	729,85	2.189,55
ELE011151	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 50 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160SX, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	12,00	583,30	6.999,60
ELE011211	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x250A, r-elec, 50 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250SX, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, 4P 3R+NR, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	2,00	1.065,35	2.130,70
ELE011302	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x400A, r-elec, 70 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400H, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, 4P 3R+NR, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	2,00	1.774,21	3.548,42
ELE011352	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x630A, r-elec, 70 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS630H, con relés electrónicos STR23SE de 630 A, 4P 3R+NR, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	1,00	2.227,02	2.227,02
ELE012223	<b>Ud PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x1250 A, 100 kA fijo</b> Interruptor automático fijo 4x1250 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW12H2, para un poder de corte de 100 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	7.205,99	21.617,97
ELE012351	<b>Ud PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x2500 A, 85 kA secc</b> PC1.- Interruptor automático seccionable 4x2500 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW25H2a, para un poder de corte de 85 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, cha-			



	sis, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	3,00	10.322,02	30.966,06
ELE01215	<b>Ud PC1.- Mando eléctrico int.autom. bastidor abierto</b> PC1.- Mando eléctrico para interruptor automático MASTERPACT, constituido por motorreductor MCH, electroimán de cierre XF, bobina de emisión MX, bobina de mínima tensión y temporizador, rearme a distancia, contactos auxiliares, posición enchufado y de fin de carrera, etc., de MERLIN GERIN o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	4,00	2.143,72	8.574,88
ELE011301X	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x400A, r-elec temporizable, 50 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400N, con relés electrónicos STR53UE de 400 A, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	3,00	2.218,87	6.656,61
ELE011302X	<b>Ud PC1.- Inter.aut. 4x630A, r-elec temporizable, 50 kA</b> PC1.- Interruptor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400N, con relés electrónicos STR53UE de 630 A, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	1,00	2.646,63	2.646,63
ELE16.03.078	<b>Ud PC1.- Limitador sobretensiones transitorias PRF1, 3P+N</b> PC1.- Limitador de sobretensiones transitorias Clase I, 3P+N, limp=100kA (N-PE) según onda de ensayo 10/350 microsegundos, In=100kA, tensión residual Up<1,5kV, PRF1 (ref: 16.628) , de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	3,00	502,20	1.506,60
ELE090049X	<b>Ud PC1.- P. Aislamiento II 9 Camas</b> PC1.- Panel de aislamiento para 9 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 9 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 9 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 9 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 9 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	2,00	9.411,09	18.822,18
ELE3907	<b>Ud PC1.- SAI II / II 2 kW - 4 kWh 50 Hz</b> PC1.- Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, paralelizable, de dimensiones aproximadas de 460x175x520 mm (SAI) y 655x285x700 mm (Baterías), de 2 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, software de comunicación y shut-down para Windows con agente SNMP, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	4,00	3.354,35	13.417,40
ELE0100322	<b>Ud PC1.- Interruptor horario astronómico 1 canal</b> PC1.- Interruptor horario astronómico IC ASTRO de MERLIN GERIN o equivalente, 1 canal, programación astronómica, reserva de marcha de 6 años, pantalla retroiluminada, 16A 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	8,00	91,53	732,24
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO SC1603 CUADROS Y APARAMENTA ELECTRICA.....</b>				<b>896.421,62</b>

SUBCAPÍTULO SC1604 LÍNEAS ELÉCTRICAS

E0220106	<b>MI Bandeja metál. Sendzimir 60x100</b> Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.100,00	19,26	21.186,00
E0220108	<b>MI Bandeja metál. Sendzimir 60x200</b> Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	380,00	23,83	9.055,40
E0220109	<b>MI Bandeja metál. Sendzimir 60x300</b> Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x300 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	220,00	27,70	6.094,00
E0220110	<b>MI Bandeja metál. Sendzimir 60x400</b> Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x400 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	112,00	35,26	3.949,12
E0220111	<b>MI Bandeja metál. Sendzimir 60x500</b> Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x500 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	100,00	40,59	4.059,00
E0220112	<b>MI Bandeja metál. Sendzimir 60x600</b> Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x600 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	213,00	45,85	9.766,05
E0030101	<b>MI Tubo PVC flex. reforzado 3321 32 mm</b> Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 32 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	750,00	2,91	2.182,50
E0030104	<b>MI Tubo PVC flex. reforzado 3321 63 mm</b> Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 63 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	473,00	3,76	1.778,48
E0050905	<b>MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x10mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	890,00	3,34	2.972,60
E0050906	<b>MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x16mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.300,00	4,15	5.395,00

E0050907	<b>MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x25mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.200,00	5,18	11.396,00
E0050908	<b>MI Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x35mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.562,00	7,12	11.121,44
E0050910	<b>MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x70mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	550,00	10,95	6.022,50
E0050911	<b>MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x95mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	508,00	13,99	7.106,92
E0050912	<b>MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x120mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	65,00	17,78	1.155,70
E0050913	<b>MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x150mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	257,00	19,91	5.116,87
E0050914	<b>MI Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x185mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	301,00	25,65	7.720,65
E0050915	<b>MI Conduct. SZ-0,6/1 kV Cu 1x240mm2</b> Conductor Resistente al Fuego SZ10,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SE-CURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	508,00	29,74	15.107,92
E0050511	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x10 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4.500,00	1,61	7.245,00



E0050510	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x16 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.125,00	15,77	17.741,25
E0050509	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x25 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.245,00	3,06	3.809,70
E0050508	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x35 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	354,00	4,09	1.447,86
E0050507	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x50 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	238,00	5,21	1.239,98
E0050506	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x70 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	932,00	6,77	6.309,64
E0050505	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x95 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.926,00	8,80	16.948,80
E0050504	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x120mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.278,00	10,85	13.866,30
E0050503	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x150mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.480,00	13,19	19.521,20
E0050502	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x185mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.112,00	16,21	18.025,52
E0050501	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x240mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.995,00	20,79	41.476,05
E0050534	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x10 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.681,00	5,23	8.791,63

E0050533	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x16 mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	304,00	7,81	2.374,24
E0050532	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.347,00	10,69	14.399,43
E0050531	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x35mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	678,00	14,80	10.034,40
E00505351	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x50mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	417,00	10,19	4.249,23
E0050535	<b>MI Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x70mm2</b> Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	218,00	11,76	2.563,68
E0020318	<b>Ud Puesta a tierra Protección Baja Tensión</b> Puesta a tierra de protección en Baja Tensión realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	579,00	2.316,00
E02684	<b>Ud Toma equipotencial baños y aseos</b> Toma equipotencial para cuartos de baño y aseo, con parte proporcional de cable de cobre H07Z1-U libre de halógenos de 4 mm2 según UNE 20432.1, 20432.3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1, 21172.2, IEC-754.1 y BS-6425.1, tubo de PVC flexible de doble capa del tipo forroplast, abrazaderas y cajas de empotrar de paso y derivación, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	179,00	22,83	4.086,57
E0020319	<b>Ud Punto puesta a tierra Estructura</b> Punto de puesta a tierra de Estructura para pilares y muros realizado con cable desnudo enterrado 35 mm2, incluso grapa y soldadura aluminotérmica; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	436,00	35,56	15.504,16
E0050011	<b>Ud Fijación especial cables SZ1 Resistentes al Fuego</b> Fijación especial por metro de tema de cables SZ1 0,6/1kV RF-180, ERICO CADDY o equivalente, constituida por perfil metálico en omega ranurado para fijación a paramento mediante tacos y tornillos metálicos, grapa-abrazadera metálica ajustable mediante tornillo para sujección definitiva de cable, incluso fijación provisional mediante brida de plástico y taco, separados unos de otros una distancia de 40 cm; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	269,00	14,43	3.881,67
ELE0220142	<b>MI PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x100</b> PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	297,00	31,27	9.287,19
ELE0220144	<b>MI PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x200</b> PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de co-			

	bre de 16 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		275,00	42,18	11.599,50
ELE0050910X	<b>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x50mm2 (AS+)</b>  PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x50 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		189,00	9,50	1.795,50
ELE0050915X	<b>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm2 (AS+)</b>  PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x300 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		189,00	85,09	16.082,01
ELE050500	<b>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm2 (AS)</b>  PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x300 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
		499,00	65,56	32.714,44
ELE050537	<b>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x6mm2 (AS)</b>  PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 4x6 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		128,00	5,49	702,72
ELE050512	<b>MI PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x6mm2 (AS)</b>  PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x6 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
		128,00	1,29	165,12
ELE005001X	<b>Ud PC1.- Terminales presión para cables</b>  PC1.- Terminales de presión para los cables relacionados según secciones de los mismos, instalados mediante máquinas de presión con útil hexagonal, incluso tornillería y conexionado a Cuadros, Transformadores y Grupo Electrógeno; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
		1,00	45.665,96	45.665,96
ELE022001X	<b>Ud PC1.- Retencionado de cables a bandejas</b>  PC1.- Retencionado de cables en bandeja según descripción en Memoria, realizado mediante bridas de poliamida 6.6 color negro, incluso identificado de cables mediante etiquetas rotuladas UNEX o equivalente; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		1,00	12.519,29	12.519,29
TOTAL SUBCAPÍTULO SC1604 LÍNEAS ELÉCTRICAS .....				477.550,19

SUBCAPÍTULO SC1605 DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS

E01511	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 empotrado</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	224,00	34,76	7.786,24
E015111	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 superficie</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	56,00	87,40	4.894,40
E01515	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm2 empotrado</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	112,00	114,71	12.847,52
E015151	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm2 superficie</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	82,00	255,98	20.990,36
E01512	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 4 mm2 empotrado</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x4)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	167,85	335,70
E015122	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 4 mm2 superficie</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x4)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	14,00	326,06	4.564,84
E015121	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 empotrado</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	277,95	833,85
E015123	<b>Ud Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 superficie</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	491,56	2.457,80
E01517	<b>Ud Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 empotrado</b> Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	571,00	70,57	40.295,47
E015171	<b>Ud Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 superficie</b> Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	65,00	155,31	10.095,15
E01514	<b>Ud Punto luz empotrado 1,5 mm2</b> Punto de luz empotrado desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2.345,00	13,06	30.625,70
E01516	<b>Ud Punto luz superficie 1,5 mm2</b> Punto de luz de superficie desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado, se-			

	gún especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	614,00	29,77	18.278,78
E3504	<b>Ud Punto emergencia empotrado</b> Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor 07Z1 750 V, mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	533,00	15,97	8.512,01
E3505	<b>Ud Punto emergencia superficie</b> Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor 07Z1 750 V; mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	296,00	32,85	9.723,60
E350400	<b>Ud Punto telemando emergencia empotrado</b> Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm2, mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	892,00	29,37	26.198,04
E350401	<b>Ud Punto telemando emergencia superficie</b> Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm2, mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	296,00	90,36	26.746,56
E01518	<b>Ud Punto toma de corriente empotrado 2,5mm2</b> Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1.152,00	12,98	14.952,96
E01519	<b>Ud Punto toma de corriente superficie 2,5mm2</b> Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	373,00	70,45	26.277,85
E01601	<b>Ud Punto enchufe 2x20A+T empotrado</b> Punto base de enchufe de empotrar 2x20A+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	59,34	178,02
E01603	<b>Ud Punto enchufe 3x20A+N+T empotrad</b> Punto base de enchufe de empotrar 3x20A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	28,00	76,83	2.151,24
E01606	<b>Ud Punto enchufe 3x32A+N+T empotrad</b> Punto base de enchufe de empotrar 3x32A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	14,00	81,55	1.141,70
E0040201	<b>Ud Toma eléc.en caja 2(1x2,5)+T.fle</b> Toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible reforzado del tipo forroplast de 20 mm, de diámetro, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, cajas de baquelita y cable de 2(1x2,5)+T mm2 según designación UNE H07Z1-R, incluso parte proporcional de circuito alimentador desde el CS correspondiente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	182,00	33,48	6.093,36
E01640	<b>Ud Caja acero con 6 enchuf 2x16A+T.</b> Caja con frente en acero inoxidable con 6 mecanismos de enchufe SIMON serie 32 o equivalente, 2x16A+T y 3 bornas de seguridad para equipotenciales LEGRAND o equivalente 329 05; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	389,00	94,50	36.760,50
E0141001	<b>Ud Interruptor 10A 250V empotrable</b> Interruptor empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	867,00	3,66	3.173,22



E01410011	<b>Ud Interruptor 10A 250V superficie</b> Interruptor 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de superficie, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	5,67	17,01
E0141003	<b>Ud Conmutador 10A 250V empotrable</b> Conmutador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	37,00	4,13	152,81
E0141005	<b>Ud Pulsador 10A 250V empotrable</b> Pulsador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	73,00	4,48	327,04
E0141007	<b>Ud Int.-regulador luz incand+halóg 500 W empotrable</b> Interruptor-regulador universal de luz empotrable 500W, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, para incandescencia 230V y halógenas 12V, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	194,00	36,35	7.051,90
E0100325	<b>Ud Detector de movimiento 180 ° IP54</b> Detector de movimiento orientable MERLIN GERIN o equivalente, ángulo 180 °, alcance 12 m, duración y luminosidad ajustables, IP54; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	128,00	76,22	9.756,16
E0141012	<b>Ud Pulsador temporizado 10A 250V empotrable</b> Interruptor temporizado de pulsación empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	169,00	48,82	8.250,58
E0141010	<b>Ud Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca empotrable</b> Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	873,00	4,47	3.902,31
E0141011	<b>Ud Toma corriente 2P+TTF 16A 250V roja empotrable</b> Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTF roja EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	433,00	6,21	2.688,93
E01410102	<b>Ud Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca superficie IP55</b> Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso contenedor estanco IP55 con marco-bastidor, caja de superficie y tapa; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	46,00	7,41	340,86
E0141050	<b>Ud Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A 250V</b> Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plioito indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 2 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	399,00	39,62	15.808,38
E0141051	<b>Ud Caja empotrar 5 tomas 2x16A+TT 16A 250V</b> Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plioito indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 3 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	71,00	43,78	3.108,38

E01662	<b>Ud Torreta 2[3(2x16A+T)+(V+D)]</b> Torreta portamencanismos para instalación sobre pavimento ACKERMANN o equivalente, serie TE LI TANK 6L, construida en poliamida, dimensiones 220x120x108,5mm, con tapetas para mecanismos, equipada con 2 tomas de corriente triples de 2x16A+T, 2 tomas dobles RJ45 Cat6 FTP, incluso canal metalico de distribución bajo suelo y caja de derivación/registro, completa de accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	36,00	266,19	9.582,84
E0030401	<b>MI Canal aluminio doble 2(70x110)mm</b> Canal doble de aluminio AIMgSi 0,5 F 22, REHAU o equivalente, serie Signo BA 70/220D, con tabique separador interior, de dimensiones 2(70x110) mm, incluso tapa de aluminio para cada canal; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	212,00	73,90	15.666,80
E0140601	<b>Ud Regulador luz universal 1.000 VA</b> Regulador universal de luz, LEGRAND o equivalente, serie MOSAIC, 1000 VA, incandescencia, halógenas, fluorescencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	7,00	116,70	816,90
E01601604	<b>Ud Caja empotrar con perfil DIN y 1 telerruptor</b> Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 1 telerruptor 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	29,19	58,38
E01601603	<b>Ud Caja empotrar con perfil DIN y 2 telerruptores</b> Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 2 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	48,94	244,70
E01601601	<b>Ud Caja empotrar con perfil DIN y 3 telerruptores</b> Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 3 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	28,00	67,65	1.894,20
E0160160	<b>Ud Caja empotrar con perfil DIN y 4 telerruptores</b> Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 4 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	86,51	432,55
E01601605	<b>Ud Caja empotrar con perfil DIN y 5 telerruptores</b> Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 5 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	107,60	322,80
E01601602	<b>Ud Caja empotrar con perfil DIN y 6 telerruptores</b> Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 6 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	5,00	126,45	632,25
E01540	<b>Ud Distribución interior de Quirófano</b> Distribución interior en Quirófano y Salas de Intervención, alimentada por panel de aislamiento y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	9,00	1.069,72	9.627,48
E2359	<b>Ud Punto alim. lámpara operaciones</b> Punto de alimentación para lámpara de operación, realizado en tubo de PVC flexible reforzado del tipo forroplast de 32 mm de diámetro, conductor según UNE H07Z1-K libre de halógenos, con circuito de 2(1x10)+T-10 mm2, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.	9,00	95,91	863,19
E01541	<b>Ud Distribución camas y salas con trafo de aislamiento 3 kVA</b> Distribución en camas y salas alimentadas por transformador de aislamiento de 3 kVA y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	44,00	223,08	9.815,52
E1605181	<b>Ud Distribución de Cocina</b> Distribución para fuerza en Cocina, de acuerdo con los planos de planta y esquema de cuadro proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabada y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	1,00	26.622,59	26.622,59
E1605183	<b>Ud Distribución de Cafetería</b> Distribución para fuerza en Cafetería, de acuerdo con los planos de planta y esquema de cuadro pro-			

porcionado por el instalador de la misma, totalmente acabada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.				
		1,00	9.968,60	9.968,60
ELE150353	<b>Ud PC1.- Cuadro estanco de pared IP55 3 tomas</b>			
	PC1.- Cuadro estanco de pared IP55, GEWISS o equivalente, serie 68 Q-DIN 18, referencia GW66396, construido en tecnopolímero, equipado con 3 bases industriales compactas con interruptor de bloqueo IP44 (1 de 2x16A+T, 1 de 3x16A+T y 1 de 3x32A+T) y sus correspondientes interruptores automáticos modulares; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		2,00	281,26	562,52
ELE150307	<b>Ud PC1.- Base fija bloqueo 3x63A+N+T 400V</b>			
	PC1.- Base industrial GEWISS o equivalente, serie 66/67 IB, referencia GW67266 de 3x63A+N+T 400 V, fija vertical, protegida con interruptor de bloqueo, IP 55; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		1,00	85,69	85,69
ELE160401	<b>Ud PC1.- Puesto de trabajo en locales indefinidos</b>			
	PC1.- Alimentación eléctrica para Puestos de Trabajo no representados en planos y de uso no permanente, con parte proporcional de circuitos de distribución realizados en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm2, incluso caja y mecanismos; instalada., según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		123,00	78,86	9.699,78
ELE160402	<b>Ud PC1.- Punto de alimentación Campanas Extractoras en Laboratorios</b>			
	PC1.- Alimentación eléctrica para Campana de Extracción en Laboratorios, con parte proporcional de circuito de distribución realizada en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		7,00	56,71	396,97
ELE100322X	<b>Ud PC1.- Fotocélula eléctrica</b>			
	PC1.- Fotocélula eléctrica de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CCT15268, IP54; incluso circuito de distribución; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		8,00	200,33	1.602,64
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO SC1605 DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS .....</b>				<b>466.215,63</b>



SUBCAPÍTULO SC1606 APARATOS Y LÁMPARAS				
E00601041	Ud Luminaria empotrar 1x36 W E	Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		
			441,00	79,53
E00601051	Ud Luminaria empotrar 2x36 W E	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		35.072,73
			144,00	99,57
E00601021	Ud Luminaria empotrar 3x36 W E	Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		14.338,08
			247,00	145,20
E00601011	Ud Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		35.864,40
			304,00	94,66
E00601101	Ud Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E	Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		28.776,64
			148,00	136,67
E0060107	Ud Luminaria empotrar 3x36 W-Emerg.	Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, para 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V AF, con kit de conversión a emergencia con una autonomía de tres horas para las tres lámparas, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		20.227,16
			20,00	512,12
E00601411	Ud L. empotrar 2x36W 1197x297 emerg	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8102, 1197x297mm, cuerpo de chapa de acero termoesmaltado en blanco, óptica doble parabólica en aluminio especular, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V AF, incluso kit de conversión a emergencia con una autonomía de dos horas para las dos lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		10.242,40
			3,00	360,71
E0060161	Ud Lum. empotrar sala blanca 2x36W	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, para salas blancas, LIDERLUX o equivalente, serie LD 40102, protegido por cristal templado de 4 mm atornillado al cuerpo sellado mediante junta adhesiva de neopreno, difusor parabólico de aluminio especular alto brillo baja luminancia, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		1.082,13
			137,00	217,89
E0060191	Ud Luminaria superficie 1x36 W E	Luminaria fluorescente de superficie, LIDERLUX o equivalente, modelo 5002 1x36 W, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		29.850,93
			5,00	96,59
E00601601	Ud Candileja 1x18W	Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x18 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 18W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.		482,95
			60,00	47,86
E00601602	Ud Candileja 1x36W	Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD		2.871,60

	1000, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	60,00	50,02	3.001,20
E0060167	<b>Ud Luminaria estanca 1x36W IP65</b> Luminaria fluorescente estanca 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	552,00	61,22	33.793,44
E0060168	<b>Ud Luminaria estanca 2x36W IP65</b> Luminaria fluorescente estanca 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	526,00	74,11	38.981,86
E0060178	<b>Ud Empotrable circular 1x18W cristal E</b> Empotrable circular 1x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12597-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 1 lámpara fluorescente compacta de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	484,00	71,18	34.451,12
E0060179	<b>Ud Empotrable circular 2x18W cristal E</b> Empotrable circular 2x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12598-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	45,00	84,28	3.792,60
E0060180	<b>Ud Empotrable circular 2x26W cristal E</b> Empotrable circular 2x26W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12596-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 26W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	630,00	84,28	53.096,40
E0060183	<b>Ud Empotrable circular 150W HM.</b> Aparato circular de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12031, con reflector de aluminio abrillantado y cristal de seguridad, incluso caja de alimentación y lámpara de halogenuros metálicos de 150 W 230 V AF, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	18,00	157,04	2.826,72
E0060130	<b>Ud Downlight lámpara R63</b> Empotrable LIDERLUX o equivalente, referencia 12063 para lámpara reflectante R63, hasta 60 W, portalámparas E27, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	18,00	14,69	264,42
E0060185	<b>Ud Empot. halóg. orien. 12V 50W 60°</b> Empotrable halógeno orientable LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12076, cuerpo en fundición de aluminio, alimentación mediante transformador de seguridad 220/12 V, 50 VA, incluso lámpara halógena dicroica 50W, 60°, 12V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	532,00	20,83	11.081,56
E0060108	<b>Ud Downlight PAR Halog. 75W 10°</b> Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 10° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	353,00	30,03	10.600,59
E0060109	<b>Ud Downlight PAR Halog. 75W 30°</b> Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 30° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	126,00	30,03	3.783,78
E0060170	<b>Ud Proyector int. halógeno 500W</b> Proyector LIDERLUX o equivalente, modelo 14003, óptica en aluminio facetado, cuerpo de acero lacado en blanco, vidrio de protección, lámpara halógena de 500W, incluso lámpara, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	2,00	72,15	144,30

E0060538	<b>Ud Plafón circular plano opal 1x32W</b> Plafón circular plano VILAPLANA o equivalente, con difusor opal para lámpara fluorescente circular de 32 W A.F. 230 V, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	82,00	49,68	4.073,76
E0070150	<b>Ud Aparato empotrar luz rasante LED</b> Aparato de luz rasante DAISALUX o equivalente, modelo LYRA con iluminación mediante LED, Clase II, IP 62, 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	135,00	41,84	5.648,40
E0060522	<b>Ud Aplique 270x200 mm 11W NO PASAR</b> Aplique extraplano de techo y pared, fluorescente 1x11 W, OSRAM o equivalente, modelo DULUX CARRÉ, Clase II, IP-43, incluso lámpara fluorescente compacta de 11 W, 230 V A.F. y letrero "NO PASAR"; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	58,00	39,42	2.286,36
E00603052	<b>Ud Luminaria 2x58W TRAJE QUIRÚRGICO</b> Plafón fluorescente GEWISS o equivalente, modelo IRIDE, con difusor de metecrilato, IP 20, para 2 lámparas fluorescentes de 58W, 230V AF, incluso lámparas y letrero "OBLIGATORIO TRAJE QUIRÚRGICO", completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	55,00	75,68	4.162,40
E0060508	<b>Ud Aplique estanco ext. 60W IP53</b> Aplique estanco de exterior IEP o equivalente, modelo BD-10 fabricado en material termoestable, reflector de aluminio anodizado, refractor de cristal prismatizado interior y junta de estanqueidad, IP53, Clase II, incluso lámpara incandescente de 60 W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	17,00	8,22	139,74
E0060338	<b>Ud Aparato exterior 2x18W IP55</b> Aparato polifuncional para exterior GEWISS o equivalente, modelo EXTRO, de color gris humo, reflector de aluminio abrillantado y oxidado, pantalla de cristal templeado, para 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W 230V AF, con soporte de orientación para pared, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	79,00	95,67	7.557,93
E0060060	<b>Ud Lum.fl. antideflagrante"d" 1x36W</b> Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	3,00	541,65	1.624,95
E0060061	<b>Ud Lum.fl. antideflagrante"d" 2x36W</b> Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	4,00	581,71	2.326,84
E0060343	<b>Ud Plafón de señalización rojo 60W</b> Plafón rectangular de señalización color rojo GEWISS o equivalente, modelo RETTA, con difusor de policarbonato, incluso lámpara incandescente 60W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	9,00	12,99	116,91
E0905003	<b>Ud Cabecero hosp. 2 camas L=6m</b> Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.	42,00	705,16	29.616,72
E0905002	<b>Ud Cabecero hosp. 2 camas L=5,4m</b> Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 5,4 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de			

	accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		16,00	662,38	10.598,08
E0905006	<b>Ud Cabecero hosp. 1 cama L=4,1m</b> Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 4,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		56,00	475,62	26.634,72
E0905004	<b>Ud Cabecero hosp. 1 cama L=3,6m</b> Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		16,00	410,24	6.563,84
E0905005	<b>Ud Cabecero hosp. 1 cama L=3,2m</b> Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,2 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		3,00	381,72	1.145,16
E0905007	<b>Ud Cabecero hosp. 1 cama L=3,8m</b> Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,8 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		2,00	424,49	848,98
E0070130	<b>Ud Apar. autón. emerg. 360 lum 1h</b> Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		527,00	58,20	30.671,40
E0070133	<b>Ud Apar. autón. emerg. 153 lum 1h</b> Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N3S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 153 lúmenes, 30,6 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		126,00	45,37	5.716,62
E0070134	<b>Ud Apar. autón. emerg. 360 lum 2h</b> Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		469,00	65,88	30.897,72
E0070140	<b>Ud Baliza autónoma emerg. 5 lum 1h</b> Baliza autónoma de emergencia DAISALUX o equivalente, modelo SHERPA A-RC, con señalización mediante leds rojos y lámpara de emergencia incandescente 5 lúmenes, 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
		9,00	26,97	242,73
ELE0905008	<b>Ud PC1.- Cabecero hosp. 1 cama L=2,1m</b> PC1.- Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 2,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		3,00	303,30	909,90
ELE070139	<b>Ud PC1.- Apar. autón. emerg. 360 lum 1h IP66</b> PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h			

de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).		130,00	113,74	14.786,20
ELE0601041	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg.</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).	334,00	143,52	47.935,68
ELE0601041B	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg. Sensor</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	66,00	168,05	11.091,30
ELE0601051	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg.</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	31,00	166,31	5.155,61
ELE0601051B	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg. Sensor</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	378,00	190,83	72.133,74
ELE0601021	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg.</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	26,00	220,41	5.730,66
ELE0601021B	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg. Sensor</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	52,00	244,93	12.736,36
ELE0601011	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg.</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	37,00	159,71	5.909,27
ELE0601011B	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg. Sensor</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	30,00	184,25	5.527,50
ELE0601101	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg.</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	18,00	209,12	3.764,16

ELE0601101B	<b>Ud PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg. Sensor</b> PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	12,00	237,44	2.849,28
ELE160608	<b>Ud PC1.- Luminaria suspendida 250 W termógena</b> PC1.- Luminaria suspendida cilíndrica de 120 mm de diámetro y 250 mm de altura, con péndulo de 1500 mm construida en acero inoxidable y lámpara termógena de 250 W 230 V, incluyendo accesorios de fijación, conexionado y montaje, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	2,00	113,10	226,20
ELE0060192	<b>Ud PC1.- Luminaria superficie 2x36 W E</b> PC1.- Luminaria fluorescente de superficie, LIDERLUX o equivalente, modelo 5002 2x36 W, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	6,00	120,90	725,40
ELE070133X	<b>Ud PC1.- Aparato autónomo de emergencia sobre Puesto de Incendio</b> PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; situado sobre Puestos de Incendios; incluso circuito alimentador partiendo de la red de alumbrado normal y circuito de telemando; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).	102,00	98,96	10.093,92
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO SC1606 APARATOS Y LÁMPARAS .....</b>				<b>745.075,45</b>



<b>SUBCAPÍTULO SC1607 PARARRAYOS</b>				
E1805	<b>Ud PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado 60 microsegundos</b> PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado de APLICACIONES TECNOLÓGICAS o equivalente, modelo DAT CONTROLLER PLUS 60, tiempo de avance en el cebado certificado de 60 microsegundos, corriente soportada certificada 100 kA 10/350 microsegundos, aislamiento superior al 95 % en condiciones de lluvia, todo ello según normas UNE 21186 y NFC 17-102; incluso mástil de 3 m, pieza de adaptación y anclajes; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		9,00	1.974,58	17771,22
E1810	<b>Ud PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos</b> PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos mediante cable de cobre desnudo 70 mm2, grapas, manguitos, tubo de protección aislado y contador de impactos de rayo; incluso instalación de puesta a tierra mediante arqueta de registro, puente de comprobación, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA (picas de acero cobrizado de 2 m de longitud) y sales mejoradoras del terreno; completa e instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		12,00	1.370,80	16449,6
E1821	<b>Ud PC1.- Medidas especiales para la instalación de pararrayos</b> PC1.- Medidas especiales para la instalación de Pararrayos con el propósito de conseguir un nivel de protección adecuado, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, grapas, soportes, vía de chispas para antena; incluso conexión a carcasas metálicas de equipos en cubierta, accesorios de unión fijación y montaje; instaladas, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
		9,00	3.037,58	27.338,22
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO SC1607 PARARRAYOS .....</b>				<b>61559,04</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO C16 ELECTRICIDAD .....</b>				<b>3.520.540,43</b>
<b>TOTAL .....</b>				<b>3.520.540,43</b>

## **7. ÍNDICE DE PLANOS**

PLANO 01: OBRA CIVIL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

PLANO 02: CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION

PLANO 03: CUADROS GENERALES DERIVATIVOS

PLANO 04: ESQUEMA UNIFILAR MONTANTE (CGD-APA-1)

PLANO 05: ESQUEMA UNIFILAR MONTANTE (CGD-3).

PLANO 06: ESQUEMA UNIFILAR MONTANTE (CGD-9).

PLANO 07: VERTICALES.

PLANO 08: NIVEL -3. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 09: NIVEL -2. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 10: NIVEL -1. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 11: NIVEL 0. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 12: NIVEL 1. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 13: NIVEL 2. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 14: NIVEL 3. ELECTRICIDAD, "DISTRIBUCIÓN".

PLANO 15: PUESTA A TIERRA 1.

PLANO 16: PARARRAYOS.



## **8.CONCLUSIÓN**

Hemos visto como un proyecto es la consecución de numerosas acciones y pasos que hay que ir dando para llegar a un final. Además se ha expuesto que en cualquier proyecto hay inicialmente una toma de datos y un periodo de búsqueda de información para saber el funcionamiento de las diferentes partes que contemplan el mismo. En esta búsqueda de información ha sido importante el conocimiento de fabricantes, especializados en diferentes tareas que nos han ayudado a comprender de una manera más clara las complejidades de cada elemento.

Otro de los aspectos fundamentales que se ha podido comprobar en este proyecto es evaluar el uso que se le dará una vez construido. En nuestro caso, hablando de un hospital, se ha tenido especial cuidado en el tema de protecciones y suministros complementarios como son los grupos electrógenos o los sistemas de alimentación ininterrumpida.

Por último destacar la importancia que tiene para un ingeniero disponer y conocer los diferentes reglamentos para que junto al buen hacer se consigan los resultados óptimos.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Imágenes

- Figura 1-3: Pagina Web IBK cables. [www.ibkcablesysistemas.com](http://www.ibkcablesysistemas.com)
- *Figura 2-4: Materia de la asignatura protecciones eléctricas UC3M.*
- Figura 5: Pagina Web Pensa-Rejiband. <http://www.pensa-rejiband.com>
- Figura 6: Pagina Web Ruca. <http://www.ruca.com>
- Figura 7: Puesta a tierra de bandejas. <http://www.pensa-rejiband.com>
- Figura 8: Imagen del CGD-APA1 .Planos del proyecto.
- Figura 9-11: Tubos canalizaciones eléctricas. Catalogo almacén ABM-REXEL.
- Figura 12: Interruptor automático. [www.electromagazine.com](http://www.electromagazine.com)
- Figura 13: “Guía instalación técnica de baja tensión” de Scheineider Electric
- Figura 14: Interruptor diferencial. Catalogo scheineider Electric. [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)
- Figura 15: Seccionador Catalogo empresa Schak. [www.schak.com](http://www.schak.com)
- Figura 16: Unifilar cuadro secundario. Planos del proyecto.
- Figura 17: Esquema bucle abierto. “Guía instalación técnica de baja tensión” de Scheineider Electric.
- Figura 18-26: Celdas de media tensión de Schneider Electric
- Figuras 24-26: Celdas de media tensión. Catalogo empresa Siemens.
- Figura 27: Cuadro de baja tensión. Catalogo empresa Promutec. <http://www.pronutec.es>
- Figura 28: Transformador seco. [www.abb.es/product/es/9AAC750000.aspx](http://www.abb.es/product/es/9AAC750000.aspx)
- Figura 29: Grupo electrógeno. Empresa Himoina. <http://www.himoina.com>
- Figura 30-31: “Guía instalación técnica de baja tensión” de Scheineider Electric
- Figura 32: Imagen quirófano. <http://enfermeroquiropano.blogspot.com.es/>
- Figura 33-34: Reglamento electrotécnico de bata tensión. ITC-38
- Figura 35-36: Sais empresa Chloride. <http://www.chloridepower.com>
- *Figura 37-40: Regímenes de neutro.* “Guía instalación técnica de baja tensión” de Scheineider Electric
- *Figura 41: Densidad de impactos. Norma CTE-DB-SU8*
- Figura 42: Partes de un pararrayos. <http://www.aiditec.es>
- Figura 43: Numero de bajantes. Catalogo Empresa Ingesco. [www.ingesco.com](http://www.ingesco.com)
- Figura 44: Condición elección de pararrayos. <http://www.at3w.com/site>
- Figura 45: Pararrayos elegido. Empresa aplicaciones tecnológicas. <http://www.at3w.com/site/>
- Figura 46: Partes de una lámpara halógena. <http://www.duralamp.it>
- Figura 47: Partes de una lámpara fluorescente. [http://www.viasatelital.com/proyectos\\_electronicos/lampara\\_fluorescente.htm](http://www.viasatelital.com/proyectos_electronicos/lampara_fluorescente.htm)
- Figura 48-52: Rótulos señales de emergencia. <http://www.arriluce.es/>
- Figura 53: Luminaria de emergencia serie C-3 empresa Legrand. <http://www.legrandgroup.es>
- Figura 54-58: Luminarias elegidas en el cálculo lumínico. Empresa Zumtobel. <http://www.zumtobel.com/es-es>
- Figura 59: Renderizado en 3D de sala de recuperación por DIALUX

## Tablas

- Tablas 1-38: Elaboración propia (Previsión de cargas)
- Tabla 39: Elección y situación de las canalizaciones. Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Tabla 40: Homologación de temperaturas en bandejas.  
<http://www.pemsa-rejiband.com>
- Tabla 41: Características tubos empresa Interflex. <http://www.interflex.es>
- Tabla 42: Características celdas modulares. Catalogo Scheinoder Electric
- Tabla 43: Características transformador seco. Catalogo Scheinoder Electric
- Tabla 44: Características grupo electrógeno. <http://www.himoinsa.com>
- Tabla 45-49: Norma CTE-DB-SU8
- Tabla 50: Radios de protección de pararrayos. <http://www.at3w.com/site>
- Tabla 51: Valores de iluminancia media en zonas de trabajo. Norma UNE-EN 12464-1
- Tabla 52: Valores máximo de eficiencia energética VEEI. Norma CTE-DB HE3
- Tabla 53: Tipos de alumbrado de emergencia. Elaboración propia
- Tabla 54: Elaboración propia. Calculo de líneas.
- Tabla 55: Elaboración propia. Calculo de protecciones
- Tabla 56-57: Tablas dada en la asignatura protecciones eléctricas UC3M. Calculo de puesta a tierra método UNESA
- Tabla 58: Resumen iluminación pasillo realizado mediante DIALUX
- Tabla 59: Datos UGR pasillo realizado mediante DIALUX
- Tabla 60: Resumen iluminación despacho realizado mediante DIALUX
- Tabla 61: Datos UGR despacho realizado mediante DIALUX
- Tabla 62: Resumen iluminación habitación enfermo (zona general) realizado mediante DIALUX
- Tabla 63: Datos UGR habitación enfermo realizado mediante DIALUX
- Tabla 64: Resumen iluminación habitación enfermo (zona lectura) realizado mediante DIALUX
- Tabla 65: Resumen iluminación sala recuperación realizado mediante DIALUX
- Tabla 66: Datos UGR sala de recuperación realizado mediante DIALUX

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real decreto 3275/1982
- Instrucciones complementarias del reglamento electrotécnico de baja tensión
- Código Técnico de Edificación
- UNESA. Puesta a tierra centros de transformación
- Norma UNE- EN 12464-1. Niveles medios de iluminación en zonas de trabajo
- CTE DB SU8 "Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo"
- CTE DB SU4 "Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada"
- CTE DB HE-3 "Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación"
- Información canalizaciones. PEMSA-REJIBAND.  
<http://www.pemsa-rejiband.com>
- Información canalizaciones. INTERFLEX. <http://www.interflex.es>
- Información sobre conductores. IBK cables. [www.ibkcablesysistemas.com](http://www.ibkcablesysistemas.com)
- Catalogo iluminación ZUMTOBEL: <http://www.zumtobel.com/es-es>
- Catalogo iluminación emergencia LEGRAND: <http://www.legrandgroup.es>
- Guía de diseño de instalaciones eléctricas de baja tensión febrero de 2008  
<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/distribucion-electrica/descarga/guia-diseno-instalaciones-electricas.page>
- Celdas de media tensión catalogo Siemens HA 41.11/2033 y catalogo 2010/2011 de Scheneider Electric
- Información grupos electrógenos. Catalogo Himoinsa. <http://www.himoinsa.com>
- Instalación Grupos electrógenos. Empresa Caterpillar. <http://espana.cat.com/>
- Información SAIs: <http://www.chloridepower.com>
- Información Pararrayos. ADITEC. <http://www.aiditec.es>
- Documentación instalación de pararrayos. INGESCO. [www.ingesco.com](http://www.ingesco.com)